

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

25X1

COUNTRY East Germany

REPORT

SUBJECT East German Aviation Magazine
Deutsche Flugtechnik

DATE DISTR.

10 OCT 1958

NO. PAGES 1

REFERENCES

PROCESSING COPY

25X1

DATE OF

DATE ACQ.

reeh # 550

25X1

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

East German aviation magazine, Deutsche Flugtechnik, published by the Verwaltung der Luftfahrtindustrie (Administration of the Aircraft Industry), dated May 1947, January/February 1958, May 1958 and June 1958. These magazines contain articles of interest to aircraft engineers and aviation personnel, written by specialists such as Prof. Dipl. Ing. Brunolf Baade, Obering. Fritz Freytag, and Ing. H.-K. Lepitre. The aircraft discussed is of Soviet as well as East German manufacture.

The magazines are unclassified.

25X1

ENCLOSURE ATTACHED
PLEASE RETURN

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC	
-------	---	------	---	------	---	-----	---	-----	--	-----	--

(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

25X1

COUNTRY East Germany

REPORT

SUBJECT East German Aviation Magazine
Deutsche Flugtechnik

DATE DISTR. 10 OCT 1958

NO. PAGES 1

REFERENCES

25X1

DATE OF
INFO.PLACE &
DATE ACQ.

ST/FIN

SOURCE EVALUATIONS ARE DEFINITIVE. APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.

25X1

East German aviation magazine, Deutsche Flugtechnik, published by the Verwaltung der Luftfahrtindustrie (Administration of the Aircraft Industry), dated May 1947, January/February 1958, May 1958 and June 1958. These magazines contain articles of interest to aircraft engineers and aviation personnel, written by specialists such as Prof. Dipl. Ing. Brunolf Baade, Obering. Fritz Freytag, and Ing. H.-K. Lepitre. The aircraft discussed is of Soviet as well as East German manufacture.

The magazines are unclassified.

25X1

ENCLOSURE ON ROUTING

25X1

S-E-C-R-E-T

STATE	X	ARMY	X	NAVY	X	AIR	X	FBI		AEC									
(Note: Washington distribution indicated by "X"; Field distribution by "#".)																			

INFORMATION REPORT INFORMATION REPORT

DEUTSCHE flugtechnik



MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION
FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRatischen REPUBLIK



Vor einem Jahr demonstrierten unsere Flugzeugbauer mit dem Modell der „152“. Am 1. Mai 1958 können sie von großen Fortschritten beim Bau des ersten Turbinenluftstrahl-Verkehrsflugzeuges in Deutschland berichten.

Luftfahrt in der Vergangenheit

DK 656.7(091)

Nikolai Jegorowitsch Shukowski (1847-1921)

„Der Mensch hat keine Flügel ... und doch glaube ich, er wird fliegen, indem er sich nicht auf seine Muskeln, sondern auf seinen Verstand verläßt.“

Shukowski (1898)



Nikolai Jegorowitsch Shukowski (1847-1921)

In den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts beschäftigten sich Wissenschaftler vieler Länder mit der Ausarbeitung der theoretischen Grundlagen der Flugtechnik, obwohl noch kein Flugzeug in Großausführung wirklich geflogen war.

Einer der bedeutendsten dieser weitblickenden Forscher war N. J. Shukowski. Als Sohn eines Ingenieurs studierte er an der Moskauer Universität Mathematik, promovierte 1876 mit einer Arbeit über Hydrodynamik und hatte seit 1886 den Lehrstuhl für Mechanik inne.

Vom Jahre 1890 an arbeitete er in steigendem Maße an der Theorie der Flugtechnik. Schon 1890 hielt Shukowski Vorträge „Über die Theorie des Fliegens“, über den Flugapparat Otto Lilienthals und veröffentlichte 1891 eine Abhandlung „Über das Segeln der Vögel“, in der er die Flugfähigkeit von Fluggeräten auch in außergewöhnlichen Flugfiguren, wie sie beim Kunstflug auftreten, theoretisch nachwies.

1895 begab sich Shukowski anlässlich einer Tagung in Lübeck nach Berlin-Lichterfelde, um Otto Lilienthal persönlich kennenzulernen. Lilienthal führte seine Gleitflugzeuge im Fluge vor, und zwischen den beiden Forschern kam es zu einem regen Gedankenaustausch.

Otto Lilienthal schenkte Shukowski eines seiner Gleitflugzeuge, das heute einen Ehrenplatz im Moskauer Shukowski-Museum einnimmt.

Es ist anzunehmen, daß Lilienthals Tätigkeit auf Shukowski anregend wirkte und ihm in seiner eingangs zitierten Überzeugung bestärkte.

Nach der Verwirklichung des Motorfluges gewann Shukowski als erster durch konforme Abbildung eines Kreises geeignete Tragflügelprofile, die heute allgemein als „Shukowski-Profil“ bezeichnet werden. Etwa gleichzeitig mit Wilhelm Kutta gelang Shukowski die grundlegende Entdeckung des Zusammenhanges zwischen der Zirkulation und dem Auftrieb eines Tragflügels.

Sein veröffentlichtes vielseitiges wissenschaftliches Lebenswerk umfaßt 7 Bände.

Shukowski gehörte zu den russischen Wissenschaftlern, die 1917 nach der Großen Sozialistischen Oktoberrevolution in ihrer Heimat die Arbeit intensiv fortsetzten.

Wegen seiner unermüdlichen Bemühungen um die russische Luftfahrt, die russischen Flugwissenschaftler und Piloten nannte ihn Lenin im Jahre 1920 in einem Dekret „Vater des russischen Flugwesens“.

Flu 204

Diplom-Historiker Gerhard Wissmann

Inhalt

Fünf Trümpfe des sowjetischen Luftverkehrs (Fortsetzung)

Von Ing. H. K. Lepître 65

Unter dem Zeichen des Kranich

Mit der Deutschen Lufthansa auf den Straßen des Himmels (Fortsetzung)

Von Redakteur H. Ahuer 71

Die anodische Oxydation von Aluminium und seinen Legierungen (Fortsetzung)

Von Ing. A. Römer 76

Neues aus der Weltluftfahrt 79

Luftfahrt in der Vergangenheit

Nikolai Jegorowitsch Shukowski

Von Dipl.-Historiker G. Wissmann 2 U.S.

Sowjetische Tu 104A in Dresden 3 U.S.

Aus dem Flugwesen unserer Republik 4 U.S.

Herausgeber:

Verwaltung der Luftfahrtindustrie

Mit der Herausgabe beauftragt:

Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel, Dresden X 2, Post-schließfach 40

Redaktionskollektiv:

Obering. Besinger, Ing. Bonin, Dipl.-Ing. Buchner, Ing. Lieberhard, Dipl.-Ing. Eitner, Dipl.-Ing. Everling, Dipl. phys. Dr. oec. Geist, Obering. Griechsch, Ing. Harthopp, Kaufm. Leiter Kellermann, Prof. Landmann, Ing. Lorenzen, Dr.-Ing. Maschek, Obering. Mindach, Ing. Progscha, Leitender Jurist der HAZL Siegert

Verantwortlicher Redakteur: Dipl.-Ing. Helmut Schneider

Bezug:

Die „Deutsche Flugtechnik“ erscheint monatlich im Umfang von 16 Seiten und ist im Halbjahresabonnement zum Preise von 3,-- DM (Heftpreis - 50 DM) über die technischen Abteilungen der Betriebe und für Außenstehende durch die Gesellschaft für Sport und Technik, durch Hoch- und Fachschulen oder durch volkseigene Betriebe in Form von Sammelbestellungen erhältlich. Der Bezug der Zeitschrift über die Post oder den Buchhandel ist nicht möglich.

Abbestellungen müssen spätestens drei Monate vor Ablauf des Halbjahres eingehen. Nachbestellungen können jederzeit aufgegeben werden. Liefermöglichkeit vorbehalten.

Satz und Druck:

Im Auftrag des VEB Verlag Technik, Berlin C2, Oranienburger Straße 13-14, vom VEB Druckerei der Werkstätten in Halle (Saale) übernommen.

Genehmigt Min. f. Kultur, HV, Verlagswesen, Lizenz-Nr. 4210

Fünf Trümpfe des sowjetischen Luftverkehrs

Von Ing. H.-K. LEPITRÉ

(Fortsetzung aus Heft 1/1958)

DK 629.138.5 (47)
629.138.5.035.5
629.138.5.038.035.5

2. Propellerturbinen-Verkehrsflugzeug Antonow An 10 „Ukraina“

Das Propellerturbinen-Verkehrsflugzeug An 10 „Ukraina“ wurde vom Kollektiv eines Konstruktionsbüros des Ministeriums der Luftfahrtindustrie der Sowjetunion unter der Leitung des bekannten Chefkonstruktors O. K. Antonow (Bild 8) geschaffen.

Die An 10 ist in zwei Varianten für den Luftverkehr und für die Fracht- und Postbeförderung auf den in- und ausländischen Fluglinien vorgesehen. Die Luxusausführung ist mit 84, die Touristenausführung mit 126 Sitzen ausgestattet. Die Fluggäste sind in drei getrennten Kabinen untergebracht (Bilder 9, 10 und 11).

2.1 Kenndaten

Spannweite	38 m
Länge	34 m
Tragflächeninhalt	121,7 m ²
Leergewicht	24,5 t
Nutzlast, max.	13,5 t
Fluggewicht	51,0 t
Tragflächenbelastung	430 kg/m ²
Leistungsbelastung	3,19 kg/PS
Höchstgeschwindigkeit	750 km/h
Reisegeschwindigkeit	650 km/h
Landegeschwindigkeit	170 km/h
Reiseflughöhe	8000 m
Startrollstrecke	
mit 84 Fluggästen und 3,5 t Fracht	650 m
Landerollstrecke	650 m
Landerollstrecke mit Luftschraubenbremsung	450 m
Reichweite mit 13,5 t Nutzlast	2000 km
mit 10,5 t Nutzlast	3200 km
mit 8,5 t Nutzlast	3500 km

2.2 Rumpfwerk (84-sitzige Luxusausführung)

Der gedrungene Ganzmetallrumpf der An 10 „Ukraina“ ist kreisrund, sehr geräumig und als Druckkabine ausgeführt.

Der Rumpfbau mit dem Besatzungsraum entspricht in seiner Anordnung und Ausstattung etwa den Tupoljew-Mustern Tu-104 und Tu-110.

Hinter dem Besatzungsraum befindet sich auf der rechten Seite ein Toiletten- und Waschraum für die Besatzung und die

Fluggäste der vorderen Fluggastkabine. Der Besatzungsraum ist von der vorderen mit 25 Sitzen ausgestatteten Fluggastkabine durch einen druckdichten Spant mit Tür getrennt. Rechtsseitig sind darauffolgend in Höhe der Tragflügelvorderkante die Garderoben und dahinter die in einem Abteil kombinierte Anrichte-Küche angeordnet. Die Anrichte-Küche enthält Lebensmittelvorräte und Getränke zur Versorgung der



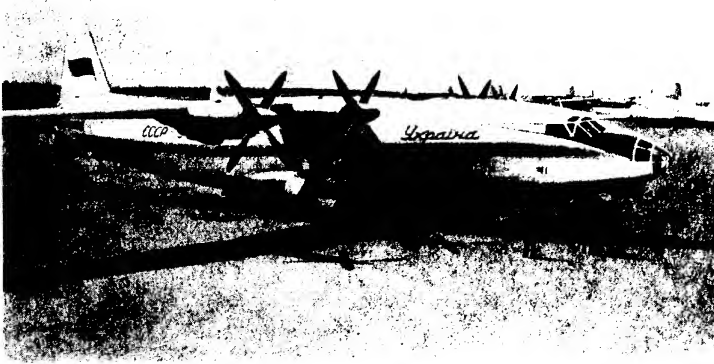
Bild 8. Chefkonstrukteur O. K. Antonow, der Schöpfer der „Ukraina“ (rechts), mit dem Versuchspiloten Wernikow

Fluggäste mit Frühstück, Mittagessen oder Abendbrot. Elektroöfen und Kühlgefäße ermöglichen es, die Wünsche der Fluggäste nach warmen oder kalten Speisen zu befriedigen. Gegenüber auf der linken Seite befinden sich das 5 m³ fassende Handgepäckabteil.

Die Hauptkabine ist mit 46 Sitzen ausgestattet, die in Dreierreihen angeordnet sind (Bild 12). Lediglich die vorderen vier Sitze neben den beiden Kindersofas sind zu zweit nebeneinander angeordnet. Im Mittelgang beträgt die Kabinenhöhe etwa 2,6 m und ist damit sehr reichlich bemessen. Die Fluggastkabinen sind mit insgesamt 26 kreisrunden Fenstern von etwa 40 cm Durchmesser versehen, von denen mehrere als Notausstiege ausgebildet sind.

Im hinteren Teil des Rumpfes befinden sich dann die dritte Fluggastkabine mit 13 Sitzen in fünf Zweier- und einer Dreierreihe (Bild 13) sowie ein Toiletten- und Waschraum mit fließendem kaltem und warmem Wasser.

Bild 9. Das PTL-Verkehrsflugzeug An-10
„Ukraina“ auf dem Flughafen
Wnukowo Zentralbild



Höhenzunahme bleibt der Druckunterschied von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ konstant. Besondere Vorkehrungen wurden gegen das Versagen der Druckkabine getroffen, indem für jeden Fluggast eine individuelle Sauerstoffdusche vorgesehen wurde.

Die unter dem Fußboden angeordneten Gepäck- und Frachträume von insgesamt 32 m^3 Gesamtfassungsvermögen sind druckbelüftet (Bild 14).

Die Sitze der hinteren Kabine können leicht entfernt werden, wenn der Raum zur Unterbringung von Fracht verwendet werden soll.

Alle Sitze weisen einen Radio-Kopfhörer und eine Lampe zur individuellen Beleuchtung auf. Die Rückenlehnen sind verstellbar, so daß die Fluggäste jede gewünschte Ruhelage einnehmen können. Die Sitzpolster sind unter ausschließlicher Verwendung von Schaumgummi und leichten Metallteilen hergestellt und dementsprechend leicht.

In der rechten Armlehne eines jeden Sitzes befinden sich die Schaltknöpfe für das Radio und die Leselampe, ein Aschenbecher und ein Signalknopf für die Stewardess. Über den Sitzen sind an den Kabinenseitenwänden Gepäcknetze zur Unterbringung des Handgepäckes angeordnet. Zur Unterhaltung der Fluggäste während längerer Flüge dient ein Bordkino.

Die Frischluft wird durch die Triebwerkverdichter zugeführt. Luftdruck und Kabinentemperatur werden automatisch geregelt. Durchschnittlich alle drei Minuten wird die Luft in der Kabine erneuert. Versenkte elektrische Heizelemente dienen zum Vorwärmen der Kabinen bei Bodenaufenthalt.

Bis zu einem Außendruck von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ entspricht der Kabineninnendruck dem Luftdruck am Boden. Bei weiterer

2.3 Tragwerk

Der Tragflügel ist zweiholmig und besteht aus dem trapezförmigen Tragflügelmittelstück und den ebenfalls trapezförmigen zwei Außen- und Innenflügeln. Er besitzt eine hohe Streckung. Die Tragflügelvorderkante ist nur zu etwa 10° gepfeilt.

Unter dem Tragflügelmittelstück sind die vier Propellerturbinen-Triebwerke angeordnet. Der Kraftstoff wird in Behältern in den Tragflügeln mitgeführt. Die Druckbetankungsausschlüsse befinden sich an der Tragflügelunterseite.

Die Doppelspaltlandeklappen sind zweiteilig, die Querruder mit Trimmklappen versehen. Die Tragflügel Nase wird mit Warmluft enteist.

2.4 Leitwerk

Das trapezförmige Höhenleitwerk ist zweiholmig, ungepfeilt und liegt auf dem Rumpfheck auf. Die einholmigen Ruder sind vierfach gelagert und mit Trimmklappen versehen.

Das hochaufragende Seitenleitwerk besitzt eine Kielflosse, die nach vorn allmählich in den Rumpf übergeht. Das Seitenruder hat eine Tiefe von rd. 40%. Hydraulische Kraftverstärker zur Verringerung der Steuerkräfte wurden nicht eingebaut. Unter dem Rumpfheck ist zur Verbesserung der Richtungsstabilität eine Stabilisierungsflosse angeordnet. Davor befindet sich eine ausfahrbare Federstrebe zur Stoßminderung bei ungewollten Bodenberührungen des Rumpfhecks.

Die abnehmbaren Leitwerk-nasen werden elektrothermisch enteist.



Bild 10. Frontansicht der „Ukraina“

2.5 Fahrwerk

Die Anordnung des Fahrwerks ist besonders interessant. Die Hauptfahrwerke sind als vierfach bereifte Wagenfahrwerke ausgebildet und in die seitlich des Rumpfes angeordneten Wülste (Gondeln) einfahrbar. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die bei der Landung mit den Rumpfmassen ausgleichenden Fahrwerkkräfte sich auf dem kürzesten Wege ausgleichen können. Aber da auch die sich mit den Tragflügel- und Triebwerksmassen ausgleichenden Fahrwerkkräfte in den Rumpf eingeleitet werden, ergibt sich im Rumpf zunächst ein Mehrgewicht gegenüber einer Fahrwerkanordnung am Tragflügel. Meistens erfordern Fahrwerkanordnungen am Tragflügel im Tragflügel selbst keine großen Verstärkungen gegenüber den Luftkraftbeanspruchungen. Das kürzere am Rumpf befestigte Fahrwerk ist hingegen in seiner Tendenz leichter, obwohl sich die Radgewichte und die Gewichte für die Arbeit aufnehmenden Fahrgestellteile nicht verringern und unter Umständen infolge angreifender Seitenkräfte größer werden können als bei großer Spurweite.

Inwieweit nun die bei der „Ukraina“ gewählte Anordnung gewichtsmäßige Vorteile gegenüber einer Anordnung des Fahrwerkes am Tragwerk bringt, kann aber nicht ohne nähere Rechnung gesagt werden. Der große Durchmesser des Rumpfes und das somit hoch liegende Tragwerk zwingen zur angewendeten Bauart, die aber den Nachteil sehr geringer Spurweite einschließt.

Das doppelt bereifte lenkbare Bugfahrwerk wird nach vorn in den Rumpf eingefahren. Alle Fahrwerke sind mit Niederdruckreifen ausgerüstet, so daß die „Ukraina“ auch von Graspisten aus operieren kann.

Die Fahrwerke werden hydraulisch mit Pumpen eingefahren, die von den Triebwerken angetrieben werden. Ferner ist eine Notbetätigung in Form einer Handpumpe eingebaut.

2.6 Triebwerke

Zum Antrieb dienen vier Propellerturbinen-Triebwerke NK-4 von je 4000 PS Wellenvergleichsleistung. Die Triebwerke sind elastisch unter dem Tragflügelstück befestigt. Der Restschub wird durch Schubdüsen nutzbar gemacht. Die Strahlaustrittsöffnungen befinden sich unter der Tragflügelhinterkante.

Die Triebwerke können in beliebiger Reihenfolge angelassen werden.

2.7 Luftschrauben

Die vierblättrigen Verstellerschrauben von 4,1 m Durchmesser sind umkehrbar und werden bei Triebwerksausfällen automatisch auf Segelstellung gebracht. Die Luftschraubenblätter werden flüssigkeitsentleert. Der Bodenabstand der Luftschrauben beträgt 1,90 m.

Bild 12. Blick in die mit 46 Sitzen ausgestattete Hauptkabine

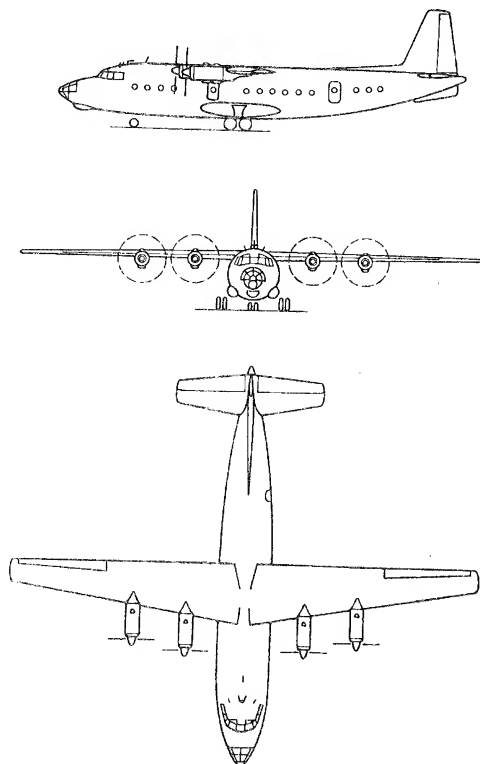


Bild 11. Dreiseitenansicht der An-10 „Ukraina“

Zusammenfassung

Das Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug An-10 „Ukraina“ ist vorwiegend den in der Sowjetunion herrschenden geographischen und klimatischen Bedingungen angepaßt.

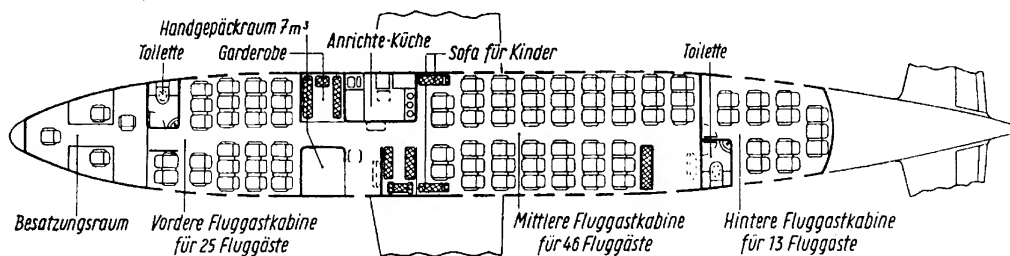


Bild 14. Rumpfübersicht

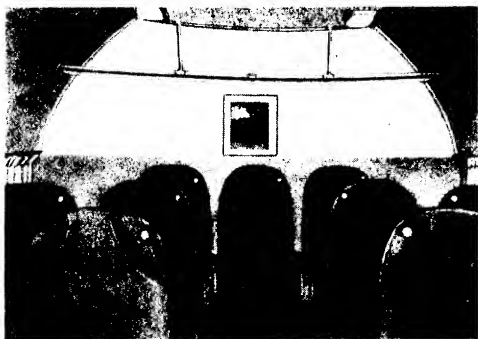


Bild 13. Sitzanordnung in der hinteren Fluggastkabine, die für 13 Fluggäste eingerichtet ist

Besonderer Wert wurde auf geringes Zellengewicht und einfache Herstellung gelegt, wobei verschiedene Bauelemente anderer Serienflugzeuge verwendet wurden. Bei einem Fluggewicht von 51 t können maximal 13,5 t Nutzlast über Strecken bis 2000 km mit 650 km/h Reisegeschwindigkeit befördert werden. Auf einen Fluggast entfallen in der 84-sitzigen Luxusausführung rd. 290 kg und in der 126-sitzigen Touristenausführung nur rd. 195 kg Zellengewicht.

Das zehnrädrige Fahrwerk mit Niederdruckreifen ermöglicht den Einsatz von Graspisten. Bei Ausfall eines Triebwerkes kann der Flug mit drei Triebwerken in 4,5 km Höhe fortgesetzt werden.

3. Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug Tupoljew Tu-104 A

Das Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug Tu-104 wurde von einem Kollektiv unter der Leitung von Professor A. N. Tupoljew (Bild 15) entwickelt und gelangte bereits 1956 zum Einsatz. Diese erste Variante erhielt zwei Fluggastkabinen in Luxusausführung für die Beförderung von insgesamt 50 Fluggästen.

Bei der im Juli vergangenen Jahres in Wnukowo vorgestellten Tu-104 A handelte es sich um die kombinierte Luxus- und Touristen-Variante der Tu-104. Unter Beibehaltung der Rumpfaufteilung wurde die Zahl der Sitzplätze auf 70 erhöht. Dabei wurde die vordere Kabine für 16 Fluggäste unverändert übernommen, während die Hauptkabine mit 54 Sitzen in Touristenausführung ausgestattet wurde (Bilder 16, 17 und 18). Die Antriebsleistung wurde durch den Einbau von zwei leistungsfähigeren Strahltriebwerke-Triebwerken verbessert. Damit konnten gleichzeitig die Reisegeschwindigkeit und die Reichweite vergrößert werden.

Die Besatzung besteht aus fünf Personen: dem 1. und 2. Flugzeugführer, dem Navigator, dem Funker und dem Bordingenieur, ferner zwei Stewardessen.

3.1 Kenndaten

Spannweite	34,54 m
Gesamtlänge	38,85 m
Rumpflänge	34,50 m
Rumpfdurchmesser	3,50 m
Höhe	11,53 m
Tragflächeninhalt	174,4 m ²
Leergewicht	41,0 t
Nutzlast	9,0 t
Kraftstoffgewicht	24,5 t
Gesamtlast	33,5 t
Fluggewicht	74,5 t
Landegewicht, normal	55,0 t
Landegewicht, maximal	65,0 t
Tragflächenbelastung	426,9 kg/m ²
Höchstgeschwindigkeit	1000 km/h
Reisegeschwindigkeit	850 km/h
Landegeschwindigkeit	225 km/h
Abhebegeschwindigkeit	285 km/h
Reiseflughöhe	10 000 bis 12 000 m
Reiseflughöhe mit 1 Triebwerk	5000 m
Startstrecke (über 15 Meter)	2300 m
Startrollstrecke	2000 m
Landerollstrecke (ohne Bremsschirm)	1500 m
Landerollstrecke (mit Bremsschirm)	1100 m
Reichweite (1 Stunde Kraftstoffreserve)	3200 km
Reichweite (ohne Kraftstoffreserve)	4000 km



Bild 15. Chefkonstrukteur Professor A. N. Tupoljew, der Schöpfer der TL-Verkehrsflugzeuge Tu-104, Tu-104 A und Tu-110 sowie des PTL-Verkehrsflugzeuges Tu-114 „Rossija“

Zentralbild

3.2 Rumpfwerk

Der schlanke Rumpf von 3,5 m Durchmesser ist zu etwa 60% seiner Länge aus zylindrischen Schalenbauteilen hergestellt. Der gesamte nutzbare Raum des Rumpfes, wie Besatzungs-, Fluggast- und Frachträume, wird während des Fluges voll druckbelüftet. Der Kabineninnendruck entspricht in einer Reiseflughöhe von 12 000 m einer Außenhöhe von 2 400 m. Die Druckdifferenz beträgt 0,5 kg/cm².

Zur Temperierung der Fluggastkabinen sind je ein Kühltluft- und Warmluftsystem vorhanden. Die Warmluft von maximal 70°C, die den Triebwerkverdichtern entnommen wird, tritt durch Verteiler am Fußboden der Kabinen ein. Die Frischluft fließt durch Schlitze an der Kabinendecke in die Kabinen. Warm- und Kältluft werden also erst in den Kabinen gemischt. Insgesamt wird die Luft 25mal je Stunde erneuert.

Die Fluggastkabinen nehmen insgesamt 70 Fluggäste auf. Unmittelbar hinter der reich verglasten Bugkappe, die hervorragende Sicht bietet, ist der Arbeitsplatz des Navigators angeordnet. Zur Navigationsausrüstung gehören unter anderem ein Kollisions- und Sturmwarn-Radargerät, ein Radiokompaß, ein Radiohöhenmesser und ein UKW-Sprechfunk mit einer Reichweite von 350 km.

Dahinter befindet sich in gleicher Höhe mit dem Fußboden der übrigen Räume der Besatzungsraum für den 1. und 2. Flugzeugführer sowie den Funker und den Bordingenieur, die aber beide entgegen der Flugrichtung sitzen.

Die Verglasung des Besatzungsraumes bietet den beiden Flugzeugführern ausreichende Sicht nach vorn, nach den Seiten und zum Teil nach oben. Alle Sichtscheiben sind doppelt ausgeführt und werden elektrisch beheizt und von der Außenseite mit einem Vereisungsschutzmittel besprüht. Ferner sind Scheibenwischer vorhanden. Insgesamt ist also eine dreifache Sicherheit gegen Beschlagen und Vereisen der Scheiben gegeben.

Die vordere Fluggastkabine befindet sich vor dem Tragflügel-mittelstück und ist in zwei Abteile getrennt, die je acht Sitze aufweisen. Der Sitzabstand zwischen den Lehnen zweier hintereinander stehender Sitze beträgt 1,3 m. Diese Kabine, den Sitzabständen nach als Luxuskabine anzusprechen, ist vorwiegend älteren, gebrechlichen und kranken Personen sowie Reisenden mit Kindern vorbehalten. Die Flugpreise sind aber für alle Kabinen gleich.

Die anschließende Küche mit elektrischem Herd und vier Kochplatten sowie die Anrichte nehmen einen verhältnismäßig großen Raum ein. Für jeden Fluggast werden etwa 1 kg Speisen und Getränke mitgeführt. Davon entfallen etwa 60% auf Speisen und die restlichen 40% auf Getränke. Für die individuelle Betreuung der Fluggäste sorgt eine Stewardess.

Die Hauptkabine enthält insgesamt 54 Sitze, die in elf Zweierreihen links und zehn Dreierreihen und einer Zweierreihe rechts vom etwa 0,6 m breiten Durchgang angeordnet sind. Der Sitzabstand beträgt hier 0,97 m. Um ein ermüdungsfreies und bequemes Reisen auch bei längeren Flügen zu ermöglichen, sind die Rückenlehnen der Sitze zwischen 16

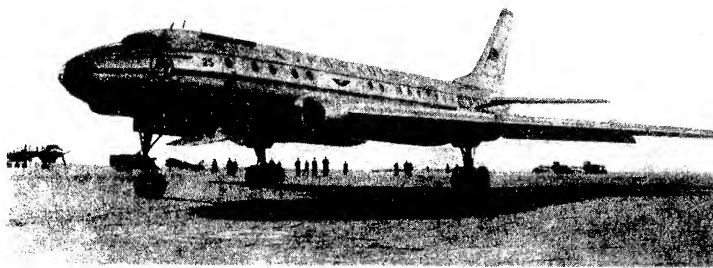


Bild 16. Tupolew Tu-104 auf dem Flughafen Wnukowo

Zentralbild

und 42° verstellbar. Eine Dreiersitzbank wiegt 24 kg, d. h. je Sitz werden nur 8 kg Gewicht aufgewendet. Alle Sitze sind verschiebbar auf Schienen befestigt, so daß die Sitzabstände unter Umständen beliebig verändert werden können. Zu jedem Sitz gehört ein Anschluß für eine kleine Leselampe und eine Sauerstoffmaske als Sicherheitsvorkehrung gegen den Ausfall der Druckkabine. Der Sauerstoff wird gasförmig in Druckflaschen aufbewahrt und reicht für 15minütige Benutzung durch alle Fluggäste.

Von den insgesamt 28 mit doppelten, gegen Beschlagen gesicherten Scheiben versehenen kreisrunden Fenstern sind sieben (drei links, vier rechts) als von innen zu öffnende Notausstiegluken ausgeführt. Der Fensterdurchmesser beträgt 40 cm.

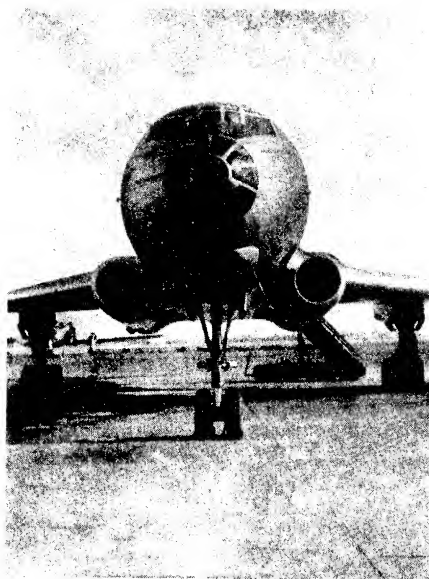


Bild 17. Frontansicht der Tu-104

Zentralbild

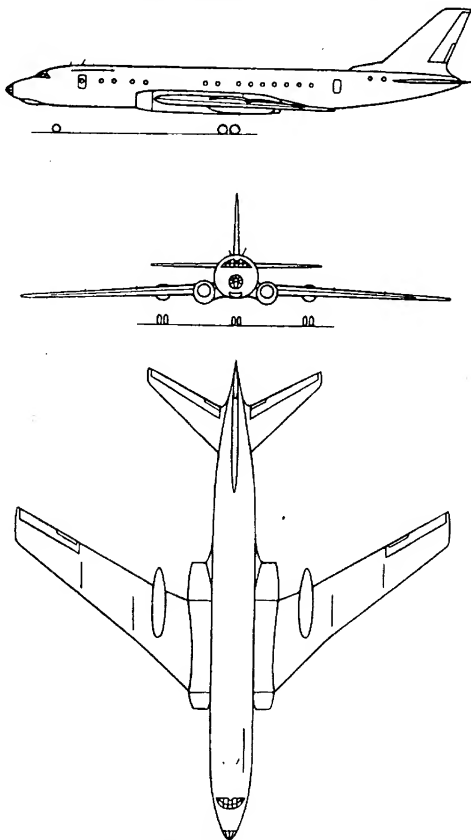


Bild 18. Dreiseitenansicht der Tu-104

Bild 19. Blick auf die rechte Tragfläche bei einem Flug über den Wolken. Deutlich sind die beiden Grenzschichtzäune und die Fahrwerksgondel erkennbar
Zentralbild

Im hinteren Teil des Rumpfes befindet sich die Einstiegstür für die Fluggäste, eine Herren- und eine Damentoilette sowie die Garderobe. Die Einstiegstüren sind durch Kontakte in den Stromkreis so eingeschlossen, daß das linke Triebwerk erst dann angelassen werden kann, wenn alle Türen dicht geschlossen sind. Die Flugsicherheit steht also jederzeit im Vordergrund.

An der Unterseite des Rumpfhecks ist zur Verkürzung der Rollstrecke bei der Landung ein Bremschirm verstaute. Davor befindet sich eine ausfahrbare Federstrebe von etwa 90 mm Durchmesser zur Stoßminderung bei ungewollten Bodenberührungen des Rumpfhecks.

Die Unterflurräume (einer vor und einer hinter dem Tragflügelmittelstück) dienen zur Unterbringung von Fracht, Post und Gepäck.

Unter dem Rumpfbogen ist in einer über die Rumpfkantur hinausragenden Wanne das Kollisions- und Sturmwarn-Radargerät (Radio-Lokator) angeordnet.

3.3 Tragwerk

Der freitragende Tragflügel ist als zweistegiger Schalenflügel ausgeführt und an seiner Vorderkante zu etwa 35° nach hinten (positiv) gepfeilt. Er besitzt eine negative V-Stellung von etwa 6,5°.

Die Profildicken betragen an der Tragflügelwurzel 15% und an den Tragflügelenden 12% der Tragflügelhöhe.

Die Tragflügelholme laufen ungeteilt unter dem Kabinenfußboden durch den Rumpf hindurch. Dadurch war es notwendig, das Mittelteil der Kabine (Anrichte—Küche) höher zu legen, was an zwei an der rechten Rumpfsseite entsprechend höher liegenden Fenstern von außen sichtbar ist.

Die beiden Strahltriebwerke sind unmittelbar links und rechts neben dem Rumpf hinter dem hinteren Holm des Tragflügelmittelstückes angeschlossen und durch ein statisch bestimmtes räumliches Fachwerk mit der Rumpfkonstruktion verbunden. Die Schallschirmung gegen die unmittelbar anliegende Kabine dürfte erhebliche Schwierigkeiten bereitet haben.

Am hinteren Holm des Tragflügelmittelstückes sind die Gondeln zur Aufnahme der Hauptfahrwerke und die dadurch bedingt geteilten großflächigen Landeklappen, an den Außenflügeln die Querruder befestigt. Die Landeklappen werden auf kreisbogenförmigen Führungen mit Hilfe von Spindeln und Elektromotoren ausgefahren. Erst nachdem die Fahrwerke ausgefahren sind, werden auch die Landeklappen ausgefahren.

Das linke Querruder besitzt ein aerodynamisch ausgeglichenes Hilfsrudder mit elliptischer Nase. Der Hilfsrudderantrieb liegt außerhalb der Profilkontur und ist mit einer Tüte verkleidet.

Die Fahrwerksgondeln ragen über die Tragflügelhinterkante hinaus.

Zwei etwa 25 cm hohe Grenzschichtzäune auf jedem Tragflügel (Bild 19) verhindern die beim Pfeilflügel besonders starke Anhäufung der Grenzschicht auf den Außenflügeln und damit das vorzeitige Abreißen der Strömung bei größeren Anstellwinkeln.

Der gesamte Kraftstoff wird in 36 Gummibehältern in den Tragflügeln untergebracht. Bemerkenswert ist, daß das Tragflügelmittelstück unter dem Rumpf zur Aufnahme des Kraftstoffes mit herangezogen wird und vier Gummibehälter enthält.

Die Tragflügelnasen werden durch Warmluft, die den Triebwerkverdichtern entnommen wird, enteist.

Flu 189
(Wird fortgesetzt)

Unter dem Zeichen des Kranichs: Mit der Deutschen Lufthansa auf den Straßen des Himmels

Von Redakteur H. AHNER

(Fortsetzung aus Heft 4/1958)

DK 656.7
061.3:656.7
629.135 - 473

Im darauffolgenden Herbst waren die Vorarbeiten so weit gediehen, daß am 16. September 1955 die Deutsche Lufthansa zu ihrem ersten offiziellen Flug starten konnte. An Bord des Flugzeuges befand sich eine Regierungsdelegation unter Leitung von Ministerpräsident *Otto Grotewohl*, die zur Unterzeichnung des Staatsvertrages zwischen der Sowjetunion und der Deutschen Demokratischen Republik nach Moskau flog. Nachdem weitere Flüge zur Anreicherung der Erfahrungen durchgeführt wurden, erfolgte am 4. Februar 1956 die Eröffnung der ersten Lufthansa-Linie von Berlin nach Warschau und am 16. und 19. Mai des gleichen Jahres die Inbetriebnahme der Linien Berlin - Prag - Budapest - Sofia und Berlin - Bukarest. Schließlich startete am 7. Oktober 1956 eine planmäßige Liniemaschine zum ersten Flug auf der jüngsten Auslandslinie von Berlin nach Moskau.

Auslandsflugdienst

Damit verfügt die Deutsche Lufthansa nunmehr über ein eigenes Auslandsnetz mit Flügen nach Wilnius, Moskau, Warschau, Prag, Budapest, Bukarest und Sofia. Darüber hinaus wurde durch enge Zusammenarbeit mit zwölf Luftverkehrsgesellschaften der Länder des sozialistischen Lagers und durch Abschluß von Agenturabkommen mit den Luftverkehrsunternehmen einiger westlicher Staaten der Anschluß an das Weltluftverkehrsnetz mit fast 1,5 Millionen Kilometer hergestellt. Damit vertritt die Deutsche Lufthansa zugleich die Interessen von zwölf internationalen Luftverkehrsgesellschaften. Es sind dies:

1. **Aeroflot** (Sowjetunion, Moskau, Swerdlowplatz, Hotel Metropol; gegründet 1932 aus der Gesellschaft Dobroljot, die seit 1923 besteht; nächster Flughafen: Wnukowo; Hauptlinien nach Taschkent, Kabul, Tirana, Sofia, Peking, Kopenhagen, Berlin, Stockholm, Ulan-Bator, Wien, Warschau, Bukarest, Prag, Budapest; Streckennetz: 317000 km; Flugpark: a) im Einsatz: Il-12, Il-14, Il-18, Il-20, Tu-104, Tu-104A, Li-2, An-2, Yak-12B, Mi-4, Mi-6; b) in Vorbereitung: Tu-110, Tu-114, An-10.
2. **Air India International**, Indien, New Delhi, Air India Building, 9-A Connaught Place; gegründet 1948; nächster Flughafen: Palam; Hauptlinien nach Europa, Afrika, Japan und Australien; Streckennetz: 34000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 3 Lockheed 749, 8 Lockheed 1049, 1 Douglas DC-3; b) in Vorbereitung: 3 Boeing 707.
3. **CSA (Ceskoslovenske Aerolinie)**, Tschechoslowakei, Prag 1 Namesti Republiky 8; gegründet 1923; nächster Flughafen: Ruzyně; Hauptlinien nach Moskau, Berlin, Warschau, Budapest, Bukarest, Sofia, Beograd, Tirana, Kopenhagen, Stockholm, Helsinki, Wien, Zürich, Kairo, Beirut, Damaskus, Paris, Brüssel; Streckennetz: 9500 km; Flugpark: a) im Einsatz: Il-12, Il-14, Douglas DC-3, Li-2; b) in Vorbereitung: Tu-104A.
4. **KLM (Koninklijke Luchtvaart Maatschappij N. V.)**, Holland, Den Haag, Plesmanweg 1; gegründet 1920; nächster Flughafen: Schiphol (Amsterdam); Hauptlinien nach dem Fernen Osten, Australien, USA, Kanada, Mexiko, Südamerika, Westindien, Südafrika; Streckennetz: 250000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 9 Vickers Viscount, 21 Convair 240/340, 18 Lockheed L-1049 E/G, 10 Lockheed L-749A, 10 Douglas DC-7C, 10 Douglas DC-6A/B, 21 Douglas DC-3/DC-4; b) in Vorbereitung: 8 Douglas DC-8, 12 Lockheed Electra, 2 Fokker Friendship F-27.
5. **LOT (Polskie Linie Lotnicze)**, Polen, Warschau, Hoza 39; gegründet 1929; nächster Flughafen: Okecie; Hauptlinien nach Moskau, Wilnius, Budapest, Bukarest, Sofia, Beograd, Athen, Wien, Prag, Berlin, Brüssel, Paris, Kopenhagen, Stockholm, London; Streckennetz: 13000 km; Flugpark: a) im Einsatz: Il-12, Il-14, Il-14P, Li-2.
6. **MALEV (Magyar Legiköszkedesi Vallalat)**, Ungarn, Budapest V Vörösmarty ter 5; gegründet 1946; nächster Flughafen: Ferihegy; Hauptlinien nach Warschau, Prag,

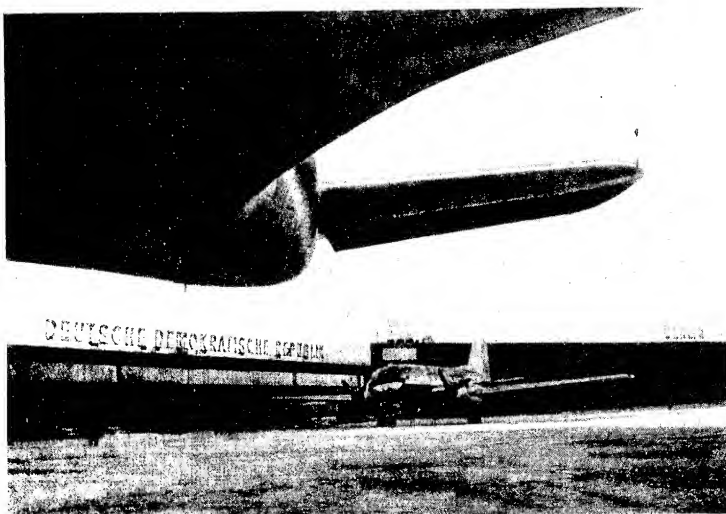


Bild 7. Zentralflughafen Berlin-Schönefeld

Berlin, Beograd, Sofia, Bukarest, Kopenhagen; Flugpark: a) im Einsatz: Il-14, Li-2, Il-14 P.

7. **SABENA** (Société Anonyme Belge d'exploitation de la Navigation Aérienne), Belgien, Brüssel, Rue Cardinal Mercier 35; gegründet 1923; nächster Flughafen: Melsbroek; Hauptlinien nach New York, Belgisch-Kongo, Südafrika, Mittelmeerländer und nach Europa; Streckennetz: 150000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 6 Douglas DC-7C, 13 Douglas DC-6A/B, 9 Douglas DC-4, 28 Douglas DC-3, 15 Convair 240/440, 8 Sikorsky S-58, 16 andere, darunter Hubschrauber; b) in Vorbereitung: 5 Boeing 707, 4 Douglas DC-7 C, 5 Cessna 310.



Bild 8. In der Flugzeugführerkabine einer IL 14 P während des Fluges

8. **SAS** (Scandinavian Airlines System), skandinavische Länder, Stockholm 40, SAS Flygcity, Normalmstorg 1; gegründet 1946 aus Swedish Airlines, Danish Airlines und Norwegian Airlines; nächster Flughafen: Bromma; Hauptlinien nach Tokio und Los Angeles über die Polarroute, New York, Fernost, Südamerika, Ost- und Südafrika, Europa; Streckennetz: 190000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 8 Douglas DC-7 C, 26 Douglas DC-6/6B, 10 Douglas DC-3, 16 Convair 440, 7 SAAB Scandia; b) in Vorbereitung: 7 Douglas DC-8, 6 Douglas DC-7C.
9. **Swissair** (Schweizerische Luftverkehr AG), Schweiz, Zürich, Hirschengraben 84; gegründet 1931; nächster Flughafen: Kloten; Hauptlinien nach Nord- und Südamerika, Naher und Ferner Osten, Europa; Streckennetz: 74000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 4 Douglas DC-7C, 6 Douglas DC-6B, 3 Douglas DC-4, 11 Convair 440, 9 Douglas DC-3; b) in Vorbereitung: 3 Douglas DC-8.
10. **TABSO** (Bulgarian Air Transport), Bulgarien, Sofia, Plostat, Narodno Sobranie 12; gegründet 1949; nächster Flugplatz: Vrazdebna; Hauptlinien nach Bukarest, Odessa, Kiew, Moskau, Budapest, Warschau, Prag, Berlin, Beograd; Flugpark: Il 14, Li 2
11. **TAROM** (Transporturile Aeriene Române), Rumänien, Bukarest, Boulevard Republicii 16; gegründet 1946; nächster Flughafen: Baneasa; Hauptlinien nach Berlin, Moskau, Warschau, Sofia, Budapest; Flugpark: Il 12, Il 14, Li-2.
12. **Air France** (Compagnie Nationale AIR FRANCE), Frankreich, Paris 8, 2 Rue Marbeuf, gegründet 1933 aus Air Union, S. C. T. A., C. I. D. N. A. und Aéropostale; nächster Flughafen: Le Bourget; Hauptlinien nach 36 Häfen in Europa, 150 in Afrika, 22 in Nord- und Südamerika,

13 in Asien; Streckennetz: 280.000 km; Flugpark: a) im Einsatz: 23 Lockheed L-1049, 17 Lockheed L-749, 22 Douglas DC-4, 39 Douglas DC-3, 11 Vickers „Viscount“, 12 Bréguet Provence; b) in Vorbereitung: 10 Lockheed L-1649 A, 17 Boeing 707, 12 SE. 210 „Caravelle“ und 12 SE. 210 „Caravelle“ in Option.

In Zusammenarbeit mit diesen Gesellschaften bestanden im Winterflugplan 1957/58 vom Zentralflughafen Berlin-Schönefeld wöchentlich folgende internationale Direktverbindungen mit Anschlüssen nach allen Teilen der Welt:

17 Flüge nach Prag	6 Flüge nach Brüssel
16 Flüge nach Moskau	5 Flüge nach Sofia
10 Flüge nach Budapest	4 Flüge nach Bukarest
8 Flüge nach Warschau	4 Flüge nach Kopenhagen
7 Flüge nach Wilnjus	3 Flüge nach Stockholm
7 Flüge nach Minsk	2 Flüge nach Helsinki
6 Flüge nach Paris	2 Flüge nach Wien

Während des gegenwärtigen Sommerflugplanes liegen die Verbindungen noch wesentlich günstiger.

Neben der Festigung des jetzt bestehenden Liniennetzes ist die Lufthansa bemüht, dieses Netz ständig zu erweitern. Die wachsenden wirtschaftlichen und kulturellen Beziehungen zwischen der Deutschen Demokratischen Republik und China lassen es zudem notwendig erscheinen, noch im Verlaufe des 2. Fünfjahresplanes eine direkte Verbindung zwischen Berlin und Peking zu eröffnen. Diese Fernost-Route wird für die Länder des sozialistischen Lagers die gleiche Bedeutung besitzen wie die Nordatlantik-Route für den Westen. Außerdem liegt die besondere Bedeutung dieser Linie für den internationalen Luftverkehr darin, daß sie ähnlich wie die Polarroute



Bild 10. Auch lebende Tiere - wie hier diese aus Stockholm angekommenen Polarrindinnen - können als Luftfracht transportiert werden

von Europa nach Amerika und Japan um 4000 km kürzer ist als die Fernost-Route über Indien.

Im Zusammenhang damit ist der Übergang auf den Verkehr mit Turbinen-Luftstrahl-Flugzeugen erforderlich. Noch vor Ablauf des 2. Fünfjahresplanes soll die Strecke nach Peking mit der „152“ aus dem VEB Flugzeugwerk Dresden befliegen werden.

Im Hinblick auf den kommenden TL-Verkehr ist der weitere Ausbau des Zentralflughafens der Deutschen Lufthansa in Berlin-Schönefeld erforderlich geworden. Er ist sozugestalten, wie es dem Anssehen der deutschen Hauptstadt und dem wachsenden internationalen Anssehen der Deutschen Demokratischen Republik entspricht. In diesem Jahr wurde mit dem Vorhaben begonnen. Schönefeld wird somit eine 3600 m lange, 60 m breite und 30 cm dicke Betonstartbahn erhalten. Nach Abschluß der Arbeiten wird während der Spitzenverkehrszeiten pro Minute ein Flugzeug starten und landen können, so daß jährlich über 1 Million Fluggäste den Flugplatz benutzen werden. Zu berücksichtigen ist dabei, daß Berlin-Schönefeld in einem künftigen einheitlichen Deutschland weiteren Anfrtrieb

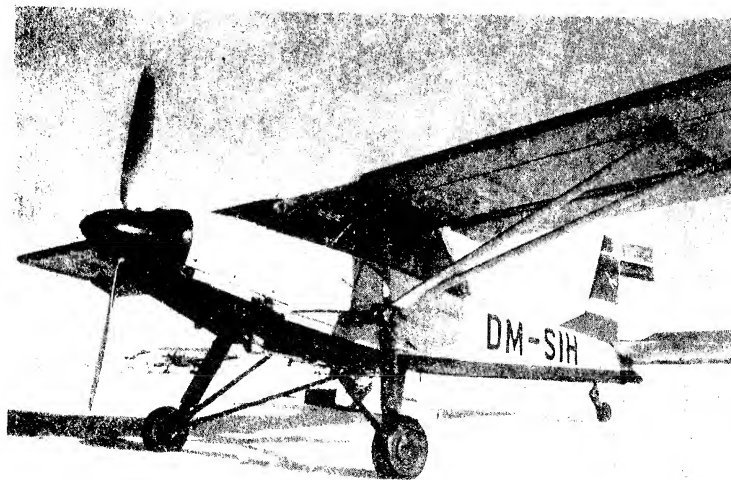


Bild 9. Baumanns 'Arco 1.00 „Brigade“' des wischenischen Flugdienstes der Deutschen Lufthansa

dadurch erhalten wird, daß es den internationalen Langstreckenverkehr, der auf Berlin-Tempelhof entfallen würde, mit bewältigen muß. Der Flughafen Tempelhof ist durch seine Lage im Stadtzentrum für den Verkehr mit TL-Flugzeugen nicht ausbaufähig und deshalb völlig ungeeignet. Das gleiche trifft auch für den in der Propaganda des kalten Krieges mit hoher Lautstärke gepriesenen Flugplatz Tegel zu. Dagegen ist Schönefeld durch seine natürliche Lage im südöstlichen Vorfeld Berlins für einen weitläufigen Ausbau geradezu prädestiniert.

Inlandflugdienst

Am 16. Juni 1957 nahm die Deutsche Lufthansa den Inlandflugdienst auf. Welche Erwägungen zu diesem Entschluß führten, wurde bereits erläutert. Es wurden zunächst sieben Strecken befliegen:

Berlin - Dresden	Dresden - Barth
Berlin - Leipzig	Leipzig - Barth
Berlin - Erfurt	Erfurt - Barth
Berlin - Barth	

Während der Leipziger Messen kamen außerdem Messeflugdienste hinzu.

Der ersichtliche Schwerpunkt lag im Sommerverkehr in Flügen an die Ostsee nach Barth. Insgesamt benutzten vom 16. Juni bis zum 15. September 1957 8935 Fluggäste den Landeplatz Barth. An und für sich hatte die Deutsche Lufthansa an Stelle von Barth ursprünglich Rostock als Ostseeflughafen in Aussicht genommen. Durch eine unverständliche und gleichgültige Haltung der Stadträte von Rostock mußte man jedoch auf diese Stadt verzichten und Barth als Ostseelandeplatz wählen. Daraus ergab sich die Improvisierung des „Flughafens“ in Barth, der mit seinen Zelten mehr einem Campingplatz glich. Rostock kann allerdings nun durch seine industrielle Entwicklung nicht mehr auf die Einbeziehung in den innerdeutschen Flugdienst verzichten. Jedoch wird es vor 1959 infolge der seinerzeitigen wirklichkeitsfremden Haltung der Stadträte in Fragen des Luftverkehrs kaum angelogen werden können. Aber auch dann wird Barth als Ostseeflughafen während der Sommermonate bestehen bleiben; ja, die Deutsche Lufthansa

erwägt zusätzlich einen Lufttaxi-Zubringerdienst von Barth nach Kühlungsborn und den Ostseebädern auf Rügen.

In welchem Maße das Flugwesen in der Deutschen Demokratischen Republik von der Bevölkerung mit Interesse beachtet wird, zeigt sich besonders stark beim Rundflugdienst der Deutschen Lufthansa, der zur Frühjahrsmesse 1957 seinen Dienst aufnahm. Während der Sommermonate vorigen Jahres nahmen 20000 Menschen die Gelegenheit wahr, sich ihre Heimat einmal aus der Vogelperspektive zu betrachten.

Ebenso wie im internationalen Flugdienst steht die Lufthansa natürlich auch im Inlandflugdienst erst am Anfang. In diesem Jahre wird er durch die Einbeziehung weiterer Städte und den Einsatz neuer Flugzeugkapazitäten weiter verstärkt. War im Jahre 1957 eine Auslastung der Sitzplatzkapazität im Inland von 39,7% zu verzeichnen, so soll die kommerzielle Geschäftslast 1958 um durchschnittlich 50 % gesteigert werden.

Wirtschaftlichkeit

Die Flugpreise der Deutschen Lufthansa liegen nur wenig über den Eisenbahnpreisen 1. Klasse und unter den Flugpreisen der Luftverkehrsgesellschaften der westlichen Länder.

Der Flug von Berlin kostet nach folgenden Städten:

	Einfacher Flug	Hin- und Rückflug
	(Preise in DM/DN)	
Bukarest	262,-	472,-
Budapest	148,-	267,-
Helsinki	196,-	353,-
Kopenhagen	79,-	143,-
Leningrad	439,-	790,-
Moskau	328,-	590,-
Paris	119,-	213,-
Peking	1252,-	2254,-
Phoengjang	1306,-	2351,-
Prag	66,-	118,-
Sofia	239,-	431,-
Tirana	274,-	494,-
Ulan-Bator	1076,-	1936,-
Warschau	129,-	232,-
Zürich	149,-	268,-

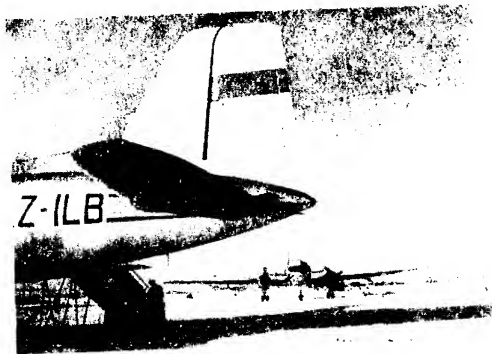


Bild 11. Flugzeuge vom Baunummer H. 11 aus Bulgarien und der Tschechoslowakei

Die hohe Wirtschaftlichkeit von Flugreisen ergibt sich natürlich aus den relativ kurzen Reisezeiten. Unter diesem Gesichtspunkt wird der geringe Mehrpreis gegenüber einer Eisenbahnfahrt mehr als wettgemacht. Beispielsweise dauern Flüge von Berlin nach

Bukarest	6 Stunden 30 Minuten
Budapest	3 Stunden 35 Minuten
Helsinki	9 Stunden 25 Minuten
Kopenhagen	1 Stunde 35 Minuten
Moskau	6 Stunden 25 Minuten
Paris	4 Stunden 20 Minuten
Peking	15 Stunden 35 Minuten
Prag	1 Stunde 5 Minuten
Sofia	6 Stunden 35 Minuten
Warschau	1 Stunde 40 Minuten

Die gewonnenen Zeitersparnisse sind z. T. außerordentlich beträchtlich. Wie aus der vorstehenden Übersicht ersichtlich ist, dauert die Flugreise von Berlin nach Peking 15 Stunden 35 Minuten, die Eisenbahnreise dagegen 11 Tage und eine Schiffsreise durch den Suez-Kanal sogar über einen Monat.

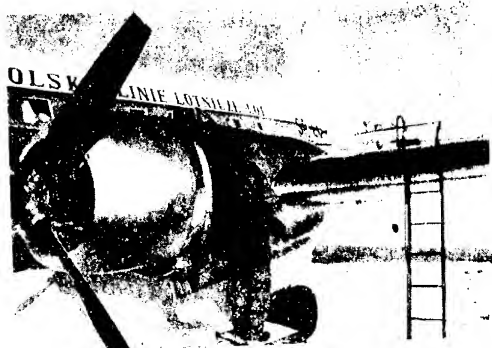


Bild 12. Nach jedem Flug werden Triebwerksüberprüfungen und Fahrwerkskontrollen durchgeführt

Einige weitere Beispiele unterstreichen dies. So werden auf den folgenden Strecken nachstehende Zeitersparnisse erzielt:

Berlin—Moskau—Berlin	73 Stunden
Berlin—Sofia—Berlin	78 Stunden
Berlin—Warschau—Berlin	19 Stunden

Berlin—Prag—Berlin	10 Stunden
Berlin—Stockholm—Berlin	37 Stunden
Berlin—Helsinki—Berlin	79 Stunden
Berlin—Zürich—Berlin	37 Stunden
Berlin—Paris—Berlin	30 Stunden
Berlin—Brüssel—Berlin	29 Stunden

Nimmt man z. B. an, ein Ingenieur habe dienstlich in China zu tun, so spart er bei der Benutzung des Flugzeuges gegenüber einer eventuellen Eisenbahnreise 21 Tage Arbeitszeit. Hinzu kommt, daß die Flugreise weniger strapaziös ist und dem betreffenden Betrieb wesentlich geringere Reisespesen entstehen.

Ein weiterer Vorteil entsteht unserer Volkswirtschaft bei Benutzung von Flugzeugen im Auslandsverkehr dadurch, daß der gesamte Flug in DM der Deutschen Notenbank gezahlt werden kann, während bei Benutzung der Eisenbahn ab Staatsgrenze in Valuta gezahlt werden muß. Damit erspart die Deutsche Lufthansa dem Staatshaushalt wertvolle Devisen. Das Ministerium der Finanzen sollte daher eine Anordnung herausgeben, wonach Dienstreisen nach ausländischen Orten,



Bild 13. Bugfahrwerk des H. 11 P

soweit diese von der Deutschen Lufthansa angelogen werden, aus Gründen der Deviseneinsparung mit dem Flugzeug erfolgen müssen. Lediglich dann dürfte die Eisenbahn zu benutzen sein, wenn der Nachweis erbracht wird, daß kein Flugschein mehr zu erhalten war, oder wenn gesundheitliche Gründe vorliegen.

Eine Anordnung des Ministeriums für Finanzen brachte eine Neuregelung von Dienstreisen mit dem Flugzeug (Gesetzblatt vom 22. Januar 1958). Nach dieser Anordnung sind solche Reisen nunmehr zugelassen. Da der Benutzer des Flugzeuges an seinem Bestimmungsort wesentlich ausgeruhter und gewissermaßen in „großer Form“ ankommt, wird er seine Aufgabe mit größerem Elan durchführen, und nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, daß die Annehmlichkeit einer Flugreise auch die Arbeitsfreude steigert und somit auch von dieser Seite her Vorteile zu erwarten sind. Aber selbst unter Außerachtlassung dieser Momente fällt der Entscheid bei Berücksichtigung der nur in Geld erfassbaren Werte zugunsten des Flugzeuges aus.

Zubringerverkehr

Eine schwache Stelle im Inlandflugverkehr bildet der schon eingangs erwähnte Zubringerverkehr zu den Flugzeugen. Entsprechend der Aufgabenstellung in der sozialistischen Wirtschaft ist es untragbar, wenn dieser Dienst von der Deutschen Lufthansa durchgeführt werden muß. Noch ist die Lage in Berlin leider so, daß die Berliner Verkehrsgesellschaft auf dem Standpunkt steht, ein halbstündiger Schnellverkehr vom Stadtzentrum Berlin nach Schönefeld sei möglicherweise unrentabel. Tatsache ist vielmehr, daß ein solcher Verkehr sofort Flughafenbesucher oder Menschen, die bislang noch auf

Charterflüge

Neben dem Linienverkehr auf internationalen und inländischen Strecken kommt dem Bedarfsluftverkehr (Charterdienst) im Passagier- und Frachtdienst große Bedeutung zu. Von ihm machen Industrie, wissenschaftliche Expeditionen, gesellschaftliche Delegationen, Reisegesellschaften usw. Gebrauch. Allein im August 1957 wurden auf derartigen Flügen mehr als 1000 Personen zusätzlich zum Liniendienst befördert.

Beim Charterdienst wird das Flugzeug samt Besatzung vom jeweiligen Kunden in eigene Regie übernommen. Befördert z. B. ein Betrieb auf diese Weise technische Ausrüstungen an irgendein Ziel, so kann er auf dem Rückweg Fracht oder Passagiere auf eigene Rechnung laden, um die Kosten für das Charterflugzeug teilweise zu decken. Von dieser Möglichkeit wurde beim Rückflug des Charterflugzeuges von Kinderradio DDR aus Vietnam Gebrauch gemacht.

Im Charterdienst wurden die Flugzeuge der Deutschen Lufthansa schon in der Sowjetunion, in China, Österreich, Rumänien, Bulgarien, Albanien, Dänemark und Norwegen eingesetzt. Dieser Dienst wurde auch von Touristen aus den USA benutzt, die durch die amerikanische Gesellschaft Pan American World Airways nach Berlin-Tempelhof kamen und von Schönefeld aus nach osteuropäischen Ländern weiterflogen.

Eine andere Möglichkeit wird dem Charterflug in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Reisebüro durch Erweiterung des Touristenverkehrs insbesondere nach den Balkanländern entstehen. Schon in diesem Sommer werden solche Flüge mehrmals wöchentlich nach Bulgarien durchgeführt. Auch für Be-

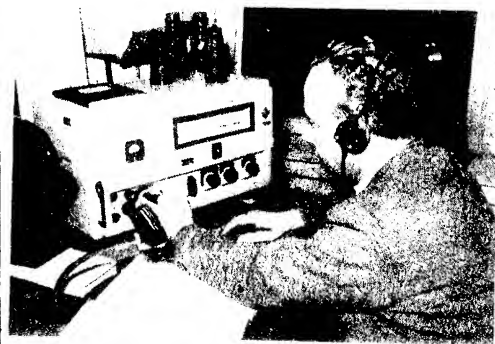


Bild 14. Auch das gehört zur Flugsicherheit: Vom Flugdisponent erhält der Langstreckenführer Flugwegangaben, Höhenänderungen, Landebahnen bei schlechtem Wetter usw. über Sprechfunk.

einen Flug verzichtet haben, weil ihnen die derzeitigen Verkehrsverbindungen zu unständlich sind, anziehen würde. Der Flugplatz ist zudem ein interessantes Ausflugsziel und die Deutsche Lufthansa würde dabei an eine Erweiterung ihres Rundflugdienstes denken. Auch der Inlandverkehr würde eine weitere Belebung erfahren. Jetzt ist es allerdings noch so, daß viele Bürger auf einen Inlandflug verzichten, weil ihnen Anstand Abfahrt zum Flughafen zu zeitraubend sind und damit oft den im Flugzeug erzielten Zeitgewinn wieder aufheben. In anderen Städten, so z. B. in Dresden, erkannten die örtlichen Verkehrsunternehmen sofort ihre Aufgabe und übernahmen den Zubringerdienst.

Die in diesem Zusammenhang oft in das Feld der Diskussionen gezogene Meinung, einen Hubschrauber-Zubringerdienst von der Stadtmitte zum Flugfeld bzw. zu den einzelnen Städten einzurichten, ist vorläufig noch unreal, da die Anschaffungs- und Wartungskosten eines Hubschraubers drei- bis fünffach höher liegen als beim Starrflügelflugzeug. Vielleicht wird das in späteren Jahren einmal der Fall sein, zumal sich für den Reisenden ein klarer Vorteil ergibt, wenn er auf dem Berliner Alexanderplatz abfliegen und auf dem Dresdner Altmarkt das Flugzeug verlassen kann. Der Flug von Stadtmitte Berlin nach Stadtmitte Dresden würde dann durch Wegfall der Zubringerzeiten tatsächlich etwa eine Stunde dauern. Jedoch muß bei einem so jungen Luftverkehrsunternehmen wie der Deutschen Lufthansa in ganz besonderem Maße auf die Wirtschaftlichkeit geachtet werden, weil in den Anfangsjahren durch große Investitionen ohnehin erhebliche Summen erforderlich sind. Der heute zwischen Westdeutschland, Belgien, Holland und Frankreich betriebene Hubschrauber-Passagierdienst der ABENA ist keineswegs rentabel, sondern wird von dieser Gesellschaft als Prestigefrage aufgefaßt. Es schluckt jährlich erhebliche Mittel, die z. T. aus den lukrativen Fernstrecken wie über den Nordatlantik und anderen mit aufgebracht werden müssen.



Bild 15. Bordfunk eines Flugzeuges der Deutschen Lufthansa während seiner Arbeit.

triebsausflüge können Charterflugzeuge gemietet werden, um beispielsweise mit verdienten Mitarbeitern aus Mitteln des D-Fonds über das Wochenende an die Ostsee oder zu anderen Plätzen zu fliegen.

Eine besondere Form des Charterflugdienstes ist der Einsatz von Lufttaxis, wozu vornehmlich Flugzeuge vom Baumuster Super Aero 45 verwendet werden. Sie wurden während der Wahlvorbereitungen oder den Radfernfahrten Prag - Berlin - Warschau für Reporterflüge der Presse und des Rundfunks eingesetzt.

Flu 190 (Wird fortgesetzt)

Die anodische Oxydation von Aluminium und seinen Legierungen

Von Ing. A. RÖMER

DK 669.718.915

(Fortsetzung aus Heft 1 1958)

3 Bildungsweise der Oxydschichten

3.1 Elektrochemische Grundlagen

An den als Elektrode geschalteten Teilen bildet sich unter Einwirkung des elektrischen Stromes atomarer Sauerstoff. Dieser wirkt auf die Aluminiumoberfläche ein und bildet Aluminiumoxyd, das zunächst als eine poröse Schicht an der Metalloberfläche haften bleibt. Durch die Poren bleibt aber der Elektrolyt weiter mit einem Teil der Aluminiumoberfläche in Berührung, wodurch beständig die oben beschriebenen Reaktionen weiter ablaufen, so daß die Schicht nach innen wächst (Bild 2).

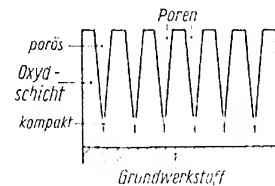


Bild 2. Wachstum der Oxydschicht nach innen

Bei diesen chemischen Vorgängen wird nur ein Teil des Aluminiums zur Bildung der Oxydschicht verbraucht, während ein anderer in Lösung geht. So erklärt sich auch teilweise der Umstand, weshalb nicht die gesamte Schichtdicke als Materialauftragung wieder erscheint.

Tafel 2. Schichtdicke und Werkstoffe

	AlCuMg	AlFeMgAl	AlZnMgAl	AlMg	AlMn	Rein-Alu	6Al%	AlZnMgAl
Schichtdicke in μ								
Dauer 10 min	2,5	5	5	5	2,5	5	7,5	5
1,5 - 2,0 A/dm ²								
Faktoren für Zeit, Schichtdickenwachstum bezogen auf Rein-Alu	1/2	1	1	1	1/2	1	1 1/2	1

Es gelingt auf diesem Wege, auch stark profilierte Gegenstände (Bild 3) zu oxydieren. Hat sich beispielsweise an den der Kathode am nächsten liegenden Stellen eine Schicht gebildet, so sinkt durch den hohen elektrischen Widerstand dieser Schichten die Stromdichte an dieser Stelle und die Schichtbildung läßt nach. Die von den Kathoden weiter entfernt liegenden Stellen erhalten dafür eine höhere Stromdichte, auf Grund deren sich an den entfernter liegenden Stellen *b* des Profils nimmend Schichten bilden. Der Vorgang schreitet also immer weiter fort, bis das ganze Werkstück nahezu gleichmäßig mit einer Schicht bedeckt ist.

Die anodische Oxydation verläuft in verschiedenen Elektrolyten unterschiedlich, denn jeder Elektrolyt besitzt eine ihm eigentümliche (spezifische) Reaktionsgeschwindigkeit gegenüber dem Metall. In schwachen Elektrolyten entstehen deshalb sehr dünne kompakte Schichten, in starken Elektrolyten dagegen dicke und poröse.

3.2 Arten der Oxydschichten

Theoretisch unterscheidet man – je nach der Art der Elektrolyten – auch zwei Arten von Schichten:

1. Schichten, die in einem die Schicht lösenden Elektrolyten, z. B. Schwefelsäure, wachsen. Dieser Lösungsvorgang, den man richtiger als Rücklösung bezeichnen sollte, vollzieht sich besonders im stromlosen Zustand, d. h. also, die unter Stromfluß gebildete Schicht geht nach dem Abschalten des Stromes vollständig wieder in Lösung.

Diese Schichten haben für den Oberflächenschutz praktische Bedeutung. Sie bilden sich bei Gleichstrom unter Spannungen von 10 bis 20 Volt. Man kann solche Schichten auch mit Wechselstrom gleichzeitig an beiden Elektroden bilden. Dieses Verfahren hat sich aber in großem Umfang nicht durchsetzen können, da es keine wesentlichen Vorteile bietet.

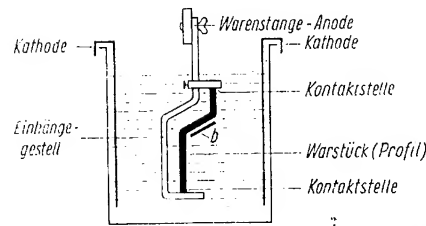


Bild 3. Schematische Darstellung der Anodisierung eines Blechprofils
b. Partie der sekundär höheren Stromdichte

2. Schichten, die in einem die Schicht nicht oder nur unbedeutend lösenden Elektrolyten, z. B. Oxalsäure, wachsen. Sie werden bei sehr hohen Spannungen mit höchstens 1 μ Dicke erzeugt, sind porenfrei und haben hohen elektrischen Widerstand. Solche Schichten werden als Dielektrikum bei Elektrolyt-Kondensatoren verwendet.

3.3 Einfluß des im Elektrolyten gelösten Aluminiums

Oben wurde festgestellt, daß stets ein Teil des Aluminiums im Elektrolyten gelöst wird, wodurch der Gehalt des Bades an Aluminium laufend steigt. Dieser Al-Gehalt hat einen doppelten Einfluß:

1. Der Al-Gehalt gibt den entstehenden Schichten ganz verschiedene Eigenschaften. So wird besonders mit steigendem Al-Gehalt des Elektrolyten die Porosität der Schicht größer. Je poröser die Schicht aber ist, um so weicher wird sie.
2. Zur Erreichung der erforderlichen Mindestspannung muß der Elektrolyt von Anfang an einen bestimmten Al-Gehalt besitzen. Diesen Tatsachen trägt man bei Neuansatz des Bades durch Zugabe von etwas Aluminiumsalz Rechnung. Nach umfangreichen Untersuchungen führt ein minimaler Gehalt von 2 g/l und ein maximaler von 20 g/l zu befriedigenden Ergebnissen. Bei einem Al-Gehalt von 8 bis 10 g/l werden die besten Resultate erzielt.

Für dekorative Teile, die womöglich im geglänzten Zustand eloxiert werden sollen, ist es jedoch zweckmäßig, den Al-Gehalt ebenso wie den Säuregehalt konstant zu halten.

3.4 Einfluß der Elektrolyttemperatur

Die Temperatur des Elektrolyten hat einen erheblichen Einfluß auf die Beschaffenheit der Schicht.

Harte, glänzende Schichten erzielt man bei tiefen Temperaturen. Mit steigender Temperatur werden die Schichten weich und oberhalb $\pm 25^\circ \text{C}$ gänzlich unbrauchbar. Eine wirtschaftliche Temperaturspanne liegt zwischen $\pm 18^\circ$ und $\pm 20^\circ \text{C}$. Infolge der hohen Stromwärme muß das Bad mit Wasser gekühlt werden. In Sonderfällen verwendet man zur Kühlung einen elektrischen Kühlapparat.

3.5 Vorbereitung der Werkstücke

Alle durch anodische Oxydation auf Aluminium hergestellten Schichten sollen, um Höchstwerte in jeder Beziehung zu erzielen, auf einer gut gereinigten, gebeizten bzw. überhaupt metallisch reinen Oberfläche erzeugt werden.

Bei Teilen, die mechanisch bearbeitet worden sind, ist das nicht besonders schwierig, da hier nur mit einem geringen Verschmutzungsgrad zu rechnen ist.

Besondere Behandlungsweise erfordern Preßprofile aus ausgehärteten Legierungen. Während man Bleche und Zerspanungsteile sofort beizt, ist es hier notwendig, einen durchgreifenden alkalischen Entfettungsvorgang voranzuschicken. Die dicke Preßhaut wird dabei weitgehend von Fett befreit, so daß sie in der Beize dann gleichmäßig angegriffen werden kann. Unterläßt man das Entfetten, so verläuft der Beizvorgang sehr ungleichmäßig, wobei große Teile der Preßhaut nicht oder nur wenig angegriffen werden. Diese Erscheinung ist durch graue Schichten zu erkennen.

Abgesehen davon, daß an solchen unsauberen Stellen die Eloxalschicht nicht in dem gleichen Maße wächst wie an der blanken Oberfläche, ist auch der Schutzwert einer solchen Schicht gering.

3.6 Nachbearbeitung der Werkstücke

Es ist einleuchtend, daß die an allen Schichten vorhandenen Poren von Chemikalienresten befreit und zur Erhöhung des Schutzwertes der Schicht abgedichtet werden müssen. Beides geschieht durch einen Arbeitsgang, den man Nachverdichten nennt.

Alle Eloxalschichten, unabhängig vom Herstellungsverfahren, werden nachverdichtet. Die Nachverdichtung erfolgt in wäßriger Lösung von passivierenden (unwirksam machenden) Chemikalien bei Temperaturen von $\pm 90^\circ$ bis $\pm 95^\circ \text{C}$. Dabei schließen sich die Poren der Schicht weitgehend durch einen Quellschluß. Die passivierenden Chemikalien lagern sich teilweise in die Poren ein bzw. reagieren mit dem Grundmaterial unter Bildung hochpassiver Produkte. Durch letzteren Vorgang wird der natürliche Schutzwert der Schicht weitgehend erhöht.

Trotzdem bleiben die dicken Schichten in bestimmtem Umfang angreifbar, was sich für eine Lackierung günstig auswirkt.

Eigenschaften der Oxydschichten

Beim Anodisieren entsteht Aluminiumoxyd, das als Korund (arter Bestandteil der Schleifscheiben) bekannt ist. Die anodische Oxydschicht hat ähnlichen Charakter, d. h. ihre hervorragende Eigenschaft ist ihre große Härte. Die Oxydschicht ist aber gleichzeitig sehr spröde und neigt zum Reißen. Die

entstandenen Risse sind mit bloßem Auge in der gläsernen Schicht sofort erkennbar. Anodisierte Teile dürfen nicht mehr umgeformt werden.

Der Korrosionsschutzwert einer Eloxalschicht ist für sich schon sehr hoch, so daß es möglich ist, relativ unbeständige Legierungen weitgehend zu schützen. Die immer vorhandene Porosität macht die Schicht saugfähig, so daß es gelingt, den Schutzwert durch Lackierung bzw. Imprägnierung zu erhöhen.

Die Schichten haben ein glasklares farblores Aussehen und besitzen gelegentlich in Abhängigkeit von bestimmten Legierungsbestandteilen eine gelbliche bis graue Eigenfärbung. Es



Bild 4. Querschnitt an einem eloxierten Blech (500:1)
Die Schicht zeigt Porenkanäle, die durch das Nachverdichten stark verengt sind

gelingt, die Schichten mancher Werkstoffe (Tafel 1) in verschiedenen Farbtönen zu färben. Dabei wird der Farbstoff in die Poren eingebettet, wo er mit dem Schichtstoff reagiert. Diese Färbemethoden sind im allgemeinen kostspielig und müssen von erfahrenen Galvanisuren ausgeführt werden.

Auf entsprechend vorbehandelten (polierten) Oberflächen besitzen die Schichten eine große dekorative Wirkung.

5 Verfahren der anodischen Oxydation

5.1 Arten

Im wesentlichen unterscheidet man folgende Verfahren:

1. GS-Verfahren: Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren
2. GX-Verfahren: Gleichstrom-Oxalsäure-Verfahren
3. WX-Verfahren: Wechselstrom-Oxalsäure-Verfahren
4. CrO₃-Verfahren: Chromsäure-Gleichstrom-Verfahren

Das bekannteste ist das GS-Verfahren. Bei relativen kurzen Expositionszeiten gelangt man hier zu hohen Schichtdicken. Die Oxalsäure-Verfahren erzeugen dünne, jedoch sehr harte Schichten. Das Chromsäure-Verfahren wird besonders für Gußteile verwendet.

Das GS-Verfahren arbeitet bei Raumtemperatur (18 bis 22 °C) und mit Stromdichten von 1 bis 3 A/dm² bei einer Badspannung von 10 bis 20 Volt. Die Güte der Schichten ist wesentlich von den genannten Bedingungen abhängig, weshalb eine laufende Kontrolle dieser Daten erforderlich ist.

5.2 Arbeitsgänge beim GS-Verfahren

Die zu den GS-Verfahren gehörenden Arbeitsgänge gewähren einen Einblick in die Verfahrenstechnik.

- 1 1. Vorbehandeln durch Schleifen, Polieren
- 2 2. Montieren auf das stromführende Gestell
- 3 3. Evtl. Abdecken bestimmter Teile durch Lackieren o. ä.
- 4 4. Entfetten in heißer alkalischer Lösung
- 5 5. Spülen in kaltem Wasser
- 6a 6b 6. a) Mattbeizen in 10%iger Natronlauge
6. b) Chemisch oder elektrolytisch glänzen
- 7 7. Spülen in kaltem Wasser
- 8 8. Neutralisieren in kalter, verdünnter Salpetersäure
- 9 9. Spülen in kaltem Wasser
- 10 10. Einhängen in das Eloxalbad und Befestigen an der Stromschiene
- 11 11. Spülen in kaltem Wasser
- 12a 12b 12c 12d 12. a) Neutralisieren und färben oder
12. b) Nachverdichten in heißem Wasser (farblose Schichten) oder
12. c) Nachverdichten in Sealing A (farblose Schichten) oder
12. d) Nachverdichten in Sealing B (gelbe Schichten)
- 13 13. Spülen in kaltem Wasser
- 14 14. Spülen in heißem Wasser
- 15 15. Trocknen mit Warmluft
- 16 16. Kontrolle der Schichtdicke und des Aussehens.

6 Oberflächenschutzwert der Oxydschichten

6.1 Oxydschicht als Oberflächenschutz

Die Oxydschichten werden hauptsächlich zum Zwecke des Korrosionsschutzes angewendet. In einigen Fällen bedient man sich ihrer als Anlaufschutz z. B. für Reflektoren oder für dekorative Teile zum Verschönen der Oberfläche.

Im Flugzeugbau werden viele Teile eloxiert. Diese haben damit ihren Endzustand erreicht, d. h. es wird kein weiterer Überzug angewendet.

Unter Bezug auf die Beanspruchungsbedingungen (außen, innen) erhält man die erfahrungsgemäß günstige Schichtdicke sowohl in ihrer Toleranz auf den Minimalwert als auch nach oben mit Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit.

Daneben ist für die Wahl der Schichtdicke der zu schützende Werkstoff von Bedeutung. Ein plattiertes oder auch von Natur aus beständiges Material wird mit einer geringeren Schichtdicke ebenso geschützt sein wie z. B. eine unplattierte hochfeste Legierung mit einer entsprechend höheren Schichtdicke. Unplattierte, hochfeste Legierungen, die im allgemeinen eine geringe Korrosionsbeständigkeit besitzen, werden mit einer Schichtdicke von 12 bis 15 μ versehen.

Die gleiche Legierung mit Reinaluminium plattiert erreicht denselben Schutzwert bei einer Schichtdicke von 8 bis 10 μ . Hier übernimmt die Plattierung jedenfalls einen hohen Betrag an Schutzwert.

6.2 Oxydschicht als Grundlage für Anstrichsysteme

Werden eloxierte Oberflächen zusätzlich noch lackiert, so geht man im allgemeinen von den oben geforderten Schichtdicken

ab. Prozentual gesehen nimmt der Lackfilm gegenüber den doch sehr beständigen o. a. Schichten (Plattierschicht und Eloxalschicht) nur einen geringen Schutzwertanteil auf sich. Die beste Beziehung besteht zwischen Eloxalschicht und Anstrich nur durch die hohe Haftfestigkeit zwischen beiden, wobei der Anstrich neben einem relativ geringen Schutzwert die Verbesserung der Oberfläche in jeder Hinsicht übernehmen sollte.

6.3 Oxydschicht zur Verhinderung von Kontaktkorrosion

Die Eloxalschicht auf Aluminium hat noch eine hervorragende Bedeutung für den Zusammenbau mit anderen Metallen.

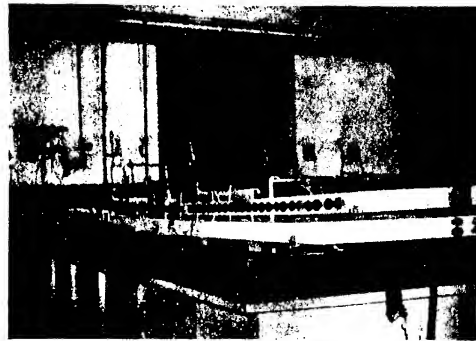


Bild 5. Eloxalbad. Warenstange und Kathodenschiene sind gut erkennbar

Sie isoliert die Bauteile ab und verhindert damit eine durch Verbindungsarbeiten evtl. begünstigte Kontaktkorrosion.

Besonders im Flugzeugbau bestehen genaue Forderungen für den Zusammenbau verschiedener Metalle. In diesem Zusammen-

Tafel 3. Verbindungsmöglichkeiten für anodisch oxydiertes Aluminium

Anodisch oxydiertes Aluminium darf verbunden werden mit:

Werkstoff	Art des Oberflächenschutzes
Stahl	1. Verzinkt oder verkadmet (chromatpassiviert)
	2. Sandgestrahlt und dreifacher Anstrich nach Vorschrift
	3. Phosphatiert und dreifacher Anstrich nach Vorschrift
Magnesium	1. Hartverchromt mit mindestens 30 μ
	2. Chemisch oxydiert und vierfacher Anstrich nach Vorschrift
	3. Anodisch oder chemisch oxydiert mit zweifacher Grundfarbe eingesetzt bei Presssitz
Kupfer und Kupferlegierungen	1. Verzinkt oder verkadmet
	2. Vernickelt

hang erleichtert die praktisch auf allen Al-Teilen vorhandene Eloxalschicht oft umfangreiche Überzugsarbeiten an dem anderen Verbindungsteil, z. B. Stahl (Tafel 3).

Flu 185 (Wird fortgesetzt)

Neues aus der Weltluftfahrt

DK 629.18 (100):008

Flugzeuge

● Das polnische Schulflugzeug S 4 Kania 2, von dem wir bereits in Heft 12 1957 berichteten, ist in Ganzholzkonstruktion hergestellt und kann als Weiterentwicklung der im Jahre 1951 erbauten S 3 Kania angesehen werden. Konstrukteur war Ingenieur E. Staniewicz. Der abgestrebte Hochdecker (Bild 1) eignet sich besonders für den Segelflugschlepp.

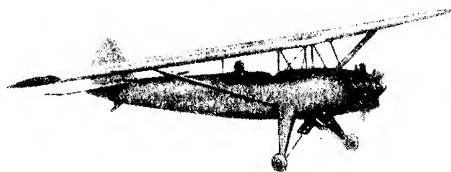


Bild 1. Das neue polnische Schul- und Leistungsflugzeug S 4 Kania 2

aber auch für die Aufangsschulung und den Fallschirmabsprung. Besonders können hervorgehoben werden die einfache und billige Fertigung sowie die Wirtschaftlichkeit im Flugbetrieb.

● Bei Triebwerkzündversuchen wurde der erste Prototyp des französischen Staustrahlversuchsflugzeuges Leduc 022 durch Brand zerstört. Es ist zu erwarten, daß Leduc seine Versuche aufgibt, da die Fertigung eines zweiten Prototyps auf Grund von Sparmaßnahmen eingestellt werden mußte.

● Anfang des Jahres 1958 wurde mit der Flugerprobung des ersten amerikanischen Strahlverkehrsflugzeuges Boeing B 707 begonnen. Die Flugerprobung wird Ende des Jahres abgeschlossen sein, so daß mit dem Einsatz der ersten B 707 im Luftverkehr erst 1959 gerechnet wird. Demgegenüber befindet sich dann die sowjetische Tu 104 bereits drei Jahre im regelmäßigen Liniendienst.

Industrie

● Das tschechoslowakische Reiseflugzeug Super Aero gewann im Jahre 1957 in Belgisch-Kongo, Dänemark, Schweden, Brasilien und Algerien neue Märkte. Künftig beabsichtigt auch Großbritannien die Einfuhr dieses bewährten Baumusters.

● Das erste in der Volksrepublik China gebaute Zivillflugzeug wurde unlängst der Flugerprobung übergeben. Es handelt sich dabei um das auch in der Deutschen Demokratischen Republik bekannte und verwendete sowjetische Baumuster Antonow An-2. Das Flugzeug soll in China für Luftbildzwecke sowie für landwirtschaftliche und geologische Dienste verwendet werden.

● Zwischen den Flugzeugwerken Breguet (Frankreich) und Dornier (Westdeutschland) wurden Vereinbarungen über den

gegenseitigen Lizenzbau von Militärflugzeugen getroffen. Dornier war übrigens das erste westdeutsche Flugzeugwerk, das nach Kriegsende die Produktion von Flugzeugen wieder aufnahm und - wie konnte es anders sein - Kriegsflugzeuge baute.

● Mit der Ernst Heinkel-Werke GmbH hat sich ein weiteres westdeutsches Flugzeugwerk in die Kriegsvorbereitungen eingereiht. Für die Strahltrainer der westdeutschen NATO-Luftwaffe wurden Triebwerküberholungen und -instandhaltungen übernommen.

● England setzt seine krampfhaften Bemühungen um den Anschluß in der Entwicklung von Strahlverkehrsflugzeugen fort. So wurde jetzt ein Konstruktionskomitee, bestehend aus Konstrukteuren von insgesamt elf Flugzeug- und Triebwerksherstellern, gebildet, das sich mit der Studie eines Überschallverkehrsflugzeuges beschäftigen soll. Bereits während des vergangenen Krieges war ein solches Komitee in England gebildet worden. Mehrere englische Nachkriegsbaumuster wurden damals projektiert, z. B. Bristol „Brabazon“, Avro „Tudor“ usw., die sich aber samt und sonders später als Fehlentwicklungen entpuppten und von denen heute bereits niemand mehr spricht.

In England ist man leicht geneigt, Parallelen zwischen damals und heute zu ziehen, und steht der Arbeit des Komitees recht skeptisch gegenüber.

● Über der Flugzeugindustrie der westlichen Länder schwebt der Schatten der Krise. Die Vorherrschaft der USA auf den Märkten des Westens macht sich für die englische und franzö-

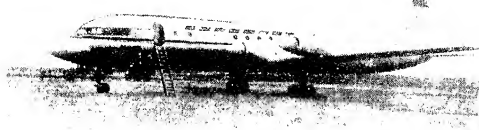


Bild 2. Das sowjetische PTL-Verkehrsflugzeug Il 18 „Moskwa“ wird vor dem Einsatz im Liniendienst der Aeroflot einer ausgedehnten Erprobung unterworfen.

Zentralbild

sische Flugzeugindustrie durch immer größer werdende Absatzschwierigkeiten stark bemerkbar. In diesem Zusammenhang fragt die westdeutsche Zeitung „Die Welt“ in einem Artikel „Chancen für den deutschen Flugzeugbau“ (gemeint ist hier der Flugzeugbau der Bundesrepublik): „Die Übermacht der amerikanischen Werke ist bereits so groß, daß die Frage von selbst auftaucht: gibt es denn überhaupt noch Chancen für einen Konkurrenten?“ Im Hinblick auf eine westdeutsche Flugzeugproduktion schreibt der Verfasser des Beitrages weiter: „Die Konstruktion eines modernen Flugzeuges kostet erstens sehr viel Erfahrung und zweitens mehr Geld als die

Entwicklung einer der bisher üblichen Typen. Beides fehlt den deutschen Werken trotz aller Erfolge in der Vergangenheit."

Aus diesem Grunde kauft Bonn im Ausland Flugzeuge ein. Daß die Kaufentscheidung dabei zugunsten der USA fällt, beweist die Affäre um den Jäger Saunders-Roe SR 177, den Bonn auf amerikanischen Druck hin ablehnte.

Luftverkehr

● Die Deutsche Lufthansa befördert seit dem 9. Dezember 1957 auch Luftfrachten von den Inlandflughäfen Dresden, Erfurt und Leipzig über Berlin-Schönefeld nach dem Ausland. Dabei hat die Deutsche Lufthansa Anschluß an das Weltluftverkehrsnetz mit mehr als 1,5 Millionen Kilometer.

● Mit dem Linienflugdienst zwischen Moskau und Berlin setzen Aeroflot und die Deutsche Lufthansa eine alte Tradition fort. Vor 36 Jahren, am 1. Mai 1922, landete das erste Linienflugzeug der am 24. November 1921 gegründeten deutsch-sowjetischen Luftverkehrsgesellschaft „DERULUFT“ auf dem Moskauer Flugplatz Chodynka. Die Strecke Königsberg—Smolensk—Moskau wurde mehrmals wöchentlich gemeinsam in beiden Richtungen befliegen. Nach zehnjähriger erfolgreicher Arbeit wurde die Gesellschaft 1936 vom Faschismus liquidiert. Erst heute kann die alte traditionsreiche Linie, die uns zudem die Perspektive des Flugverkehrs nach China eröffnet, wieder befliegen werden.

● Ein Abkommen über die Errichtung einer gemeinsamen Luftverkehrslinie zwischen Moskau und London wurde von der sowjetischen Aeroflot und der englischen B. E. A. (British European Airways) unterzeichnet. Für die Zwischenlandung ist dabei Kopenhagen vorgesehen. Für die Aufnahme der Dienste ist bisher noch kein Zeitpunkt festgelegt worden. Das Abkommen wird erst dann in Kraft treten, wenn beide Partner zu der Überzeugung gelangt sind, daß Sicherheit und Wirtschaftlichkeit durch Navigationsrichtungen und entsprechende Platzanfrage gewährleistet sind. Aus diesem Grunde werden in Kürze gegenseitige Besuche technischer Kommissionen stattfinden. Während die B. E. A. die Strecke mit ihren „Viscounts“ befliegen will, wird die Aeroflot ihre um rd. 300 km/h schnellere Tu-104 einsetzen.

In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, daß bereits am 6. Dezember 1957 der regelmäßige Luftverkehr zwischen Moskau und Kopenhagen aufgenommen wurde. Die erste Tu-104 landete aus Moskau kommend nach nur 129 Minuten Flugzeit auf dem Kopenhagener Flughafen Kastrup. Die schwedische Luftverkehrsgesellschaft SAS (Scandinavian Airlines System) setzt auf dieser Linie viermotorige Kolbenmotor-Verkehrsflugzeuge vom Typ Douglas DC-6B ein, die aber nahezu die doppelte Flugzeit benötigen.

● Das sowjetische TL-Baumuster Tu-104A ist seit Februar dieses Jahres auf der Strecke Moskau—Wladivostok—Moskau eingesetzt.

● In den ersten neun Monaten des Jahres 1957 beförderte die sowjetische Luftverkehrsgesellschaft Aeroflot 27,5% mehr Fluggäste als im gesamten Vorjahr 1956. Somit konnte die Wachstumsrate der am westlichen Luftpool IATA angeschlossenen Luftverkehrsgesellschaften um mehr als das Doppelte überboten werden.

● Das immer unverhülltere Streben der USA, die wichtigsten Flugverbindungen der Erde in ihre Hände zu bekommen, zeigten erneut die Verhandlungen mit der Air France, die den Franzosen die Gewährung einer direkten Flugverbindung über

den Nordpol nach der amerikanischen Westküste bringen sollten. Die Amerikaner versuchten dabei, Flugrechte von Paris nach allen größeren Städten Europas einschließlich Moskau einzuhandeln. „Den wachsenden Reisegeschwindigkeiten steht ein immer unerfreulicher werdender Kuhhandel um die Flugverkehrsrechte und um die mal wieder nicht gefragten Kunden gegenüber“, schreibt dazu die in Stuttgart erscheinende „Deutsche Zeitung“.

Sport und Rekorde

● Einen Strecken-Weltrekord in der Gewichtsklasse bis 1000 kg stellte der finnische Pilot *Juhani Heinonen* auf der Strecke Madrid—Turku mit 2800 km auf. Er benutzte dabei seine Eigenkonstruktion HK-1 mit einem tschechoslowakischen Walter-Mikron-III-Triebwerk von 65 PS.

● In der Zeit vom 15. bis 29. Juni 1958 finden in Leszno (Polen) die Segelflug-Weltmeisterschaften statt. Insgesamt werden Mannschaften aus etwa 25 Ländern erwartet, davon etwa 80% aus Europa. Allgemein wird mit einem Sieg der gastgebenden polnischen Segelflieger gerechnet, die sich in den letzten Jahren eine klare Spitzenstellung im Leistungssegelflug erobern konnten.

Beachtenswert ist ferner die CSR, die mit hervorragenden Segelflugkonstruktionen aufwartet.

Verschiedenes

● Die sowjetische Schifffahrt im Nördlichen Eismeer setzt mit gutem Erfolg Flugzeuge ein, die mit Fernschanlagen ausgerüstet sind. Dadurch erhalten die Kapitäne der Eisbrecher die Möglichkeit, Eismassen fünf Kilometer weit zu überblicken. Aus einer Höhe von 600 m senden die Flugzeuge das unter einem Winkel von 45 Grad aufgenommene Bild zum Bildschirm der Schiffe. Auf diese Weise können rasch und gefahrlos die günstigsten Schifffahrtswege für Geleitzüge ermittelt werden.

● Eine interessante Perspektive eröffnete der sowjetische Ingenieur *Moralewitsch* in einem Artikel der „Moskowskaja Prawda“. Nach seiner Ansicht dürften für den Luftverkehr auf kürzesten Strecken in nicht allzuferner Zeit fliegende Autobusse und Personenkraftwagen eingesetzt werden. Diese Flugkörper sollen von Strahltriebwerken angetrieben werden.

● Fünfundzwanzig für die Bonner Luftwaffe gelieferte Flugzeuge „Noratlas“ der französischen Firma Société Nationale des Constructions Aéro-Nautique du Nord erhielten infolge oberflächlicher Abnahmeprüfungen Flugverbot. Während des Fluges zeigten sich an diesen Flugzeugen Rißbildungen in den Kraftstofftanks und Leitungsbriiche.

● Ein weiterer Unfall ereignete sich mit dem englischen PTL-Verkehrsflugzeug Vickers „Viscount 802“, als auf einem Flug zwischen London und Hamburg drei der insgesamt vier Triebwerke ausfielen und das Flugzeug notlanden mußte. Glücklicherweise kamen Menschen nicht zu Schaden, da das Flugzeug Fracht und Post an Bord hatte.

● Über vierundzwanzig Flugzeuge vom Baumuster Vickers „Viscount“ 701 der British European Airways wurde unlängst ein Startverbot wegen „Ermüdungserscheinungen“ verhängt. Zur gleichen Zeit mußte die französische Luftverkehrsgesellschaft „Air France“ ihre Dienste zwischen Paris und London einstellen, nachdem sie ihre Vickers-„Viscount“-Maschinen auf Ersuchen der Vickers-Armstrong-Flugzeugwerke aus dem Dienst gezogen hatte. Ähnliche Maßnahmen traf die irische Luftverkehrsgesellschaft Air Lingus.

Flu 201

Sowjetische Tu-104 A in Dresden

Eine große Überraschung bedeutete es für die Arbeiter, Meister, Ingenieure und Wissenschaftler der Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik, als am Sonntag, dem 2. Februar 1953, aus Prag kommend das sowjetische Strahl-Verkehrsflugzeug Tupoljow Tu 104 A mit seiner siebenköpfigen Besatzung und zwei sowjetischen Ingenieuren am Bord zu einem Freundschaftsbesuch auf dem Dresdner Flughafen eintraf.

Nach der großzügigen Hilfe und Unterstützung, die uns die Sowjetunion beim Auf- und Ausbau der Luftfahrtindustrie der DDR geleistet hat, ist der dem Erfahrungsaustausch geltende Besuch ein erneuter Beweis der Zusammenarbeit der sozialistischen Länder auf der Basis des Prinzips der gegenseitigen Hilfe und Unterstützung.

Flu 245



Bild 1. Die Tu 104 A am Flughafen in Dresden.

Hilke Pöhl



Bild 2. Sowjetische Tu 104 A von sowjetischen Besuchern.

Bild 3. Die Besatzung des sowjetischen Strahlverkehrsflugzeuges Tupoljow Tu 104 A, das am 2. Februar 1953 aus Prag kommend auf dem Dresdner Flughafen eintraf. Von links nach rechts: Kapitän der Besatzung, zwei Piloten, zwei Ingenieurtechniker und zwei Besatzungsmitglieder.

Bild 4. Die Besatzung des sowjetischen Strahlverkehrsflugzeuges Tupoljow Tu 104 A, das am 2. Februar 1953 aus Prag kommend auf dem Dresdner Flughafen eintraf. Von links nach rechts: Kapitän der Besatzung, zwei Piloten, zwei Ingenieurtechniker und zwei Besatzungsmitglieder.

Nach dem Freilassen des Besatzungsflugzeuges am 2. Februar 1953, schied eine Delegation aus sowjetischen Luftfahrtschaffenden, die von sowjetischen Kollegen zu einem Besuch in die Sowjetunion eingeladen worden waren.

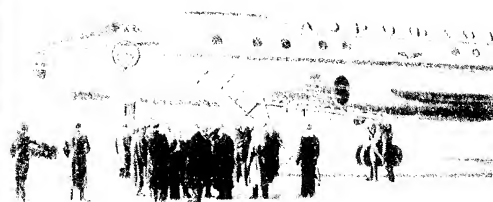


Bild 5. Die Türen sind durchdrückt, verblasen, die Treppe wird weggeschoben.



Bild 6. Nach zwei Minuten Rollstrecke hebt das schwere Flugzeug von der Startbahn ab und nimmt nach zwei weiteren Platzstücken wieder Kurs Richtung Moskau.

Hilke Pöhl

Aus dem Flugwesen unserer Republik



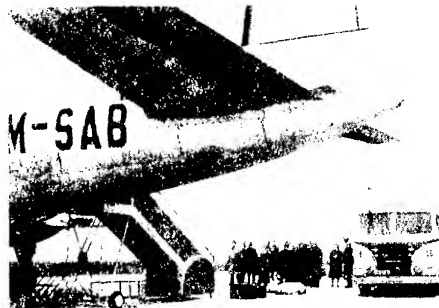
In relativ kurzer Zeit ist es der Arbeiterklasse der Deutschen Demokratischen Republik gemeinsam mit den Angehörigen der schaffenden Intelligenz gelungen, unsere Flugzeugindustrie ins Leben zu rufen. Entsprechend der von der Regierung gestellten Aufgabe sind jetzt alle Kräfte einzusetzen, um ihren Aufbau im zweiten Fünfjahresplan abzuschließen. Die Verpflichtung der Dresdner Flugzeugbauer, bis zum 1. Partitag der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands einen Planvorsprung von einem Flurzeug des Baukastens H 11 P zu schaffen, ist ein Ausdruck dieses Willens und ein Beweis für die Bereitschaft, den sozialistischen 5. Plan der Deutschen Demokratischen Republik zu beschleunigen.



Die Bilder links und rechts zeigen Etappen aus dem Baukasten H 11 P-Verkehrsflugzeug.



Beim Segelflug in der Gegend von Leipzig wird die Luftfahrtentwicklung der DDR durch einen Flaggensieger auf dem Flughafen Leipzig-Magdeburg gefördert. Der Bild zeigt einen Segelflieger mit dem Namen 'Friedrich Engels'.



Die Deutsche Luftfahrt, die lange Verkehrsleiter der Deutschen Demokratischen Republik, ist seit 1955 schon nach langer Zeit allseitiger Beliebtheit. Nach sechs Jahren Europa sind heute eigene Fluglinien und über zwölf Verkehrsunternehmen der Luftfahrt der DDR ausgeführt worden.



Zehntausende von Bürgern hatten seit Aufnahme des Luftfahrtverkehrs und des Rundfluges Gelegenheit, sich ihre Heimat vom Aus der Vogelschau zu betrachten oder einen Flug über dem Wolkennetz zu erleben.



Außer den bekannten H 11 P-Flugzeugen unserer vollwertigen Flugzeugindustrie ist das vielseitige tschechoslowakische Reiseflugzeug Super Aero zu einem Begriff als Lufttaxi in unserer Republik geworden.

DEUTSCHE flugtechnik



MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION
FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK



Das sowjetische Strahlverkehrsflugzeug Tupolew Tu-104A beim Start vom Dresdner Flughafen

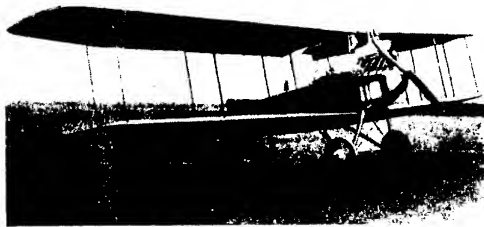
Luftfahrt in der Vergangenheit

Die ersten Zwanzig-Stunden-Flüge

DK 656.7(091)

In den wenigen Jahren zwischen 1909 und 1914 wurden die Leistungen der Flugzeuge bedeutend gesteigert. Gemessen an den besten Ergebnissen der Reimsen Flugwoche (August 1909) stieg die Fluggeschwindigkeit um das Vierfache, die Flugdauer um das Achtfache und die Flughöhe um das Fünzigfache. Besonders auffällig war die Leistungssteigerung bei den Dauer- und Höhenflügen und die Tatsache, daß deutsche Piloten 1913 und 1914 überragende Leistungen erzielten.

Noch 1912 spielte die deutsche Flugtechnik eine unbedeutende Rolle. Von den wichtigsten Weltrekorden befand sich kein einziger in deutscher Hand. Das Hauptaugenmerk galt aus militärischen Gründen in Deutschland dem Zeppelin-Luftschiff. Erst als die militärische Brauchbarkeit des Motorflugzeuges erkannt worden war, entdeckten die herrschenden Kreise ihr Interesse für die Flugtechnik. Die Kosten für den gewünschten Aufschwung der deutschen Flugtechnik sollte jedoch die Bevölkerung übernehmen. 1912 wurde eine öffentliche Geldsammlung, die „Nationalspende“, durchgeführt, die über sieben Millionen Mark einbrachte.



Albatros-Doppeldecker 1914 mit 75-PS-Mercedes-Flugmotor

Ein Teil der Gelder der Nationalspende wurde durch das Kuratorium in Form von Prämien für die Erfüllung festgelegter Flugleistungen ausbezahlt. Dieses System war für die Piloten und Konstrukteure ein ununterbrochener Ansporn; den Hauptanteil auch dieser Prämien erhielten jedoch die Eigentümer der Flugzeugwerke. Mit Hilfe der Nationalspende befanden sich bereits zwei Jahre später alle wesentlichen Weltrekorde, mit Ausnahme des Geschwindigkeitsweltrekordes, in deutschem Besitz.

Besonders hartnäckig wurde um die hohen Prämien für die Verbesserung des Dauerweltrekordes gekämpft. Am 24. Juni 1914 überbot *Gustav Basser* auf einem Rumpler-Doppeldecker mit 18 Stunden 12 Minuten den Weltrekord des Franzosen *Poulet*. Doch schon drei Tage später, am 27. und 28. Juni, flog *Werner Landmann* auf einem Albatros-Doppeldecker 21 Stunden 49 Minuten. Auch dieser Weltrekord war kurzlebig, er bestand keine zwei Wochen. Am 10. und 11. Juli 1914 blieb *Reinhold Boehm* auf dem gleichen Flugzeugtyp über dem Flugplatz Berlin-Johannisthal 24 Stunden und 10 Minuten in der Luft.

Wenige Wochen später beendete der von den herrschenden Kreisen vom Zaune gebrochene Weltkrieg die Rekordjagd der deutschen Piloten.

Dipl.-Historiker *Gerhard Wissmann*
Flu 221

Inhalt

Ökonomische Probleme im Flugzeugbau Von Hauptbuchhalter <i>F. Damm</i>	81
Fünf Trümpfe des sowjetischen Luftverkehrs (Fortsetzung) Von Ing. <i>H.-K. Lepitré</i>	83
Unter dem Zeichen des Kranichs: Mit der Deutschen Luft-hansa auf den Straßen des Himmels (Schluß) Von Redakteur <i>H. Ahner</i>	87
Flugzeug-Fahrwerke Von Prof. Dipl.-Ing. <i>B. Baade</i>	89
Über die Bildung der VVB Flugzeugbau	92
Die anodische Oxydation von Aluminium und seinen Legierungen (Schluß) Von Ing. <i>A. Römer</i>	95
Neues aus der Weltluftfahrt	96
Luftfahrt in der Vergangenheit: Die ersten Zwanzig-Stunden-Flüge Von Dipl.-Historiker <i>G. Wissmann</i>	2. U.S.
Aus der Praxis – für die Praxis Von <i>J. Reithmeier</i>	3. U.S.
Neue Bücher	3. U.S.
Luftfahrt auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1958	4. U.S.

Herausgeber:

Verwaltung der Luftfahrtindustrie

Mit der Herausgabe beauftragt:

Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel, Dresden N 2, Post-schließfach 40

Redaktionskollektiv:

Obering. *Besinger*, Ing. *Bonin*, Dipl.-Ing. *Buchner*, Ing. *Eber-hard*, Dipl.-Ing. *Eitner*, Dipl.-Ing. *Everling*, Dipl. phys. Dr. oec. *Geist*, Obering. *Griebsch*, Ing. *Hartlepp*, Kaufm. Leiter *Kellermann*, Prof. *Landmann*, Ing. *Lorenzen*, Dr.-Ing. *Maschek*, Obering. *Mindach*, Ing. *Progscha*, Leitender Jurist der HAZL *Siegert*

Verantwortlicher Redakteur: Dipl.-Ing. *Helmut Schneider*

Bezug:

Die „Deutsche Flugtechnik“ erscheint monatlich im Umfang von 16 Seiten und ist im Halbjahresabonnement zum Preise von 3,— DM (Heftpreis —,50 DM) über die technischen Abteilungen der Betriebe und für Außenstehende durch die Gesellschaft für Sport und Technik, durch Hoch- und Fachschulen oder durch volkseigene Betriebe in Form von Sammelbestellungen erhältlich. Der Bezug der Zeitschrift über die Post oder den Buchhandel ist nicht möglich.

Ahbestellungen müssen spätestens drei Monate vor Ablauf des Halbjahres eingehen. Nachbestellungen können jederzeit aufgegeben werden. Liefermöglichkeit vorbehalten.

Satz und Druck:

Im Auftrag des VEB Verlag Technik, Berlin C2, Oranienburger Straße 13—14, vom VEB Druckerei der Werktätigen in Halle (Saale) übernommen.

Genehmigt Min. f. Kultur, HV. Verlagswesen, Lizenz-Nr. 4210

Ökonomische Probleme im Flugzeugbau

Von Hauptbuchhalter F. DAMM

DK 629,135,003
657,47

Zu der Frage, die heute noch viele Menschen in der Deutschen Demokratischen Republik, ja selbst Angehörige unseres Industriezweiges stellen, ob für uns bereits die Notwendigkeit für den Aufbau einer Luftfahrtindustrie gegeben sei, hat der Leiter der Verwaltung der Luftfahrtindustrie, Genosse Pätzold, in Heft Nr. 1/2 1958 der „Deutschen Flugtechnik“ grundsätzlich Stellung genommen.

In diesem Beitrag war klar zum Ausdruck gebracht worden, daß wir unbedingt auf den verstärkten Export von Industrie-Erzeugnissen angewiesen sind, und daß wir zum anderen solche Industrie-Erzeugnisse exportieren müssen, für die produktionsmäßig günstige Voraussetzungen in unserer Republik vorhanden sind oder geschaffen werden können; also Erzeugnisse, deren Entwicklung einen hohen Stand der Wissenschaften voraussetzt und deren Produktion einen hohen Stand der Produktivkräfte erfordert.

Diesen Bedingungen entspricht der Bau von Flugzeugen.

Mit diesem kurzen Beitrag soll nicht nur die Aufmerksamkeit unserer Planungsfachleute, sondern vor allem auch die unserer Produktionsarbeiter und besonders die unserer Angehörigen der Technischen Intelligenz auf einige wesentliche Probleme gelenkt werden, die zur Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit im Flugzeugbau unbedingt zu beachten sind, wenn die für unseren Industriezweig ab 3. Fünfjahrplan geforderte Rentabilität erreicht werden soll.

Bekanntlich müssen bei einer rentablen Produktion die Erlöse aus der Produktion die gesamten Aufwendungen für dieselbe decken, wobei zu beachten ist, daß die Erlöse vom technischen Niveau und der Qualität der Erzeugnisse abhängen und somit von der Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt.

Die Aufwendungen dagegen werden von Kostenfaktoren bestimmt, die nachstehend für die Herstellung von Flugzeugen in der Serie einmal näher analysiert werden sollen.

Man kann die Gesamt-Aufwendungen für ein Flugzeug in folgende Kostenfaktoren einteilen:

1. Den Aufwand an vergegenständlichter (toter) Arbeit und zwar
 - a) den Aufwand an Abschreibungen, also den Verschleiß an Arbeitsmitteln (z. B. an Maschinen, Werkzeugen, Produktionsräumen usw.),
 - b) den Verbrauch von Arbeitsgegenständen, wie Material usw.,
 - c) den Anteil für Vorleistungen, der auf jedes Erzeugnis zu verrechnen ist (besonders an Entwicklungskosten, Kosten für Vorrichtungen und für Kooperationsleistungen),

2. Den Aufwand an lebendiger Arbeit, d. h. den Aufwand an

- a) Lohn für die produktive Tätigkeit bei der unmittelbaren Herstellung des Flugzeuges,
- b) Lohn für die Hilfsleistungen bei der reibungslosen Durchführung der Produktion, wie z. B. für Reparaturen an Maschinen, für Transporte innerhalb der Produktion usw.,
- c) Lohn für Lenkung und Leitung der Produktion sowie für soziale und kulturelle Betreuung der Werktätigen,
- d) Lohn für Zirkulationstätigkeit, wie für Beschaffung von Material und für den Absatz der Produktion.

Es soll nun versucht werden, diese Faktoren einzeln etwas näher zu untersuchen und ihre Bedeutung besonders für unseren Industriezweig herauszustellen.

1. Aufwand an vergegenständlichter Arbeit

a) Bekanntlich hat unser Arbeiter- und Bauernstaat für den Aufbau der Luftfahrtindustrie erhebliche Mittel für Investitionen zur Verfügung gestellt und stellt sie noch laufend weiter zur Verfügung.

Die aus diesen Investitionsmitteln finanzierten Bauten und Einrichtungen müssen sich entsprechend ihrer Lebensdauer amortisieren, d. h. für deren Verschleiß muß auf die Erzeugnisse jährlich ein entsprechender Anteil verrechnet werden, der durch die erzielten Erlöse dem Staatshaushalt wieder zufließt und entweder für Generalreparaturen oder für neue Investitionen Verwendung findet.

Dieser Verschleiß beträgt z. B. bei Gebäuden etwa $1\frac{1}{2}$ bis 5%, weil eine Lebensdauer von 66 bis 20 Jahre angenommen wird. Maschinen unterliegen einem Verschleiß von 5—50%, was einer durchschnittlichen Lebensdauer von 20—2 Jahren entspricht; wobei noch berücksichtigt werden muß, daß bei 2- bzw. 3-schichtigem Einsatz derselben dieser Satz für Verschleiß sich noch erhöht.

Als Durchschnittssatz für sämtliche Anlagen des Betriebes werden etwa 5% gerechnet und es kann sich jeder leicht ausrechnen, welcher Aufwand für unsere Erzeugnisse allein durch die Verrechnung des Verschleißes entsteht.

Somit wird auch klar, warum immer wieder bei Investplanungen darauf hingewiesen wird, wirklich nur die Maschinen zu beschaffen, die unbedingt benötigt werden und für die auch eine entsprechende Auslastung im Betrieb gegeben ist.

Aus diesem Grunde muß auch mehr als bisher dazu übergegangen werden, alle Arbeiten, die nur vereinzelt auftreten,

nicht im eigenem Betrieb durchzuführen, sondern sie durch Kooperation in anderen, für diese Arbeiten besser geeigneten Betrieben durchführen zu lassen.

Im gleichen Zusammenhang muß die Durchschnittsnorm für die Produktionsfläche eines Produktionsarbeiters bzw. für den Arbeitsplatz der technischen Intelligenz und der Verwaltungskräfte gesehen werden. Jede nicht voll ausgenutzte Produktionsfläche und jede ungenügend ausgelastete Raumplanung in der Verwaltung bedingen einen erhöhten Aufwand an Kosten, der einmal die Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt gefährden bzw. die Rentabilität unserer Betriebe in Frage stellen kann.

b) Bei der Hochwertigkeit unserer Erzeugnisse kommt dem Verbrauch an Material eine besondere Bedeutung zu, da wir z. Z. noch einen erheblichen Teil unserer Materialien aus Importen beschaffen müssen. Deshalb müssen alle Anstrengungen gemacht werden, recht schnell exakte Materialverbrauchsnormen zu erarbeiten, zum anderen aber unsere Zulieferindustrie zu befähigen, die bisher aus Importen beschafften Materialien in den Betrieben der Deutschen Demokratischen Republik herstellen zu können.

Wesentlich kann zur Senkung des Verbrauchs an Material die Einführung neuer Fertigungsverfahren beitragen und die möglichst maßgerechte Bereitstellung des Materials.

Auch sollte man mehr als bisher der Einrichtung „Persönlicher Konten für sparsame Verwendung von Material“ Beachtung schenken, weil durch diese Methode unsere Werktätigen persönlich an der sparsamsten Verwendung von Material interessiert werden können.

Das gleiche, was eben für das Produktionsmaterial dargelegt wurde, kann auf den Verbrauch der sogenannten Hilfsmaterialien angewendet werden, weil auch hier noch große Möglichkeiten in unseren Betrieben bestehen, durch Entwicklung der Eigeninitiative unserer Werktätigen, eine erhebliche Senkung des bisherigen Verbrauchs zu erzielen.

c) Bei Betrachtung des Faktors Vorleistungen muß man zunächst feststellen, daß die Entwicklungskosten sich wiederum aus den gleichen Kostenfaktoren zusammensetzen, wie sie für die Serienproduktion aufgerissen wurden, nur mit dem Unterschied, daß diese Aufwendungen zunächst durch Zurverfügungstellung von F- + T-Mitteln vorfinanziert werden, diese Aufwendungen jedoch einmal von der Serienproduktion möglichst hundertprozentig durch Umlage auf die einzelnen Erzeugnisse getragen werden müssen.

Hieraus ergibt sich einmal, daß der Entwicklungssektor stets in einem ganz bestimmten Verhältnis zum Serienbetrieb stehen muß und zum anderen, daß für die Durchführung der Entwicklung die gleichen Prinzipien der Durchsetzung größter Sparsamkeit zu gelten haben wie in der Serienfertigung.

Bei der Festlegung der Proportionen zwischen Entwicklungsteil und Serienbetrieb muß selbstverständlich berücksichtigt werden, daß unsere Erzeugnisse sich nur dann dem Weltniveau nähern bzw. es erreichen, wenn die Entwicklung in möglichst kurzer Zeit beendet wird, weil dann auch der Absatz der Erzeugnisse leichter sein wird, zum anderen darf aber auch durch die Verkürzung der Entwicklungszeit der Entwicklungssektor nicht so groß aufgebaut werden, daß für den Serienbetrieb nicht genügend Zeit verbleibt, ein neu entwickeltes Erzeugnis auch in entsprechend großer Anzahl produzieren zu können, um die angelaufenen Entwicklungskosten so auf die Einheit des Erzeugnisses verteilen zu können, daß die Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt erhalten bleibt. Nach Beendigung des Aufbaues unseres Industriezweiges wird es eine der Hauptaufgaben unserer technischen Planung, in Zusammenarbeit mit den Absatzorganen sein, etwa entstan-

dene Disproportionen zwischen Entwicklung und Serie, entstanden durch den raschen Aufbau des Industriezweiges, schnellstens wieder zu beseitigen.

2. Aufwand an lebendiger Arbeit

a) Entscheidend für die Erreichung der Rentabilität in unserem Betrieb wird die Steigerung der Arbeitsproduktivität sein, d. h. die Steigerung der pro-Kopf-Leistung, unter Einsatz der höchstentwickelten Technik.

Dabei muß gerade in unserem Industriezweig der stetigen Erhöhung der Qualifikation aller unserer Mitarbeiter das größte Augenmerk geschenkt werden, weil es nur hierdurch möglich sein wird, trotz der Steigerung der Leistungen den hohen Stand der Qualität beizubehalten.

Wesentlicher Anteil bei der Senkung des Aufwandes an lebendiger Arbeit wird erzielt werden durch eine einwandfreie Organisation des technischen Prozesses zur Vermeidung von Leerläufen, zur Verkürzung der Transportwege und zur Erreichung einer wirtschaftlichen Arbeitsteilung.

Besonderes Augenmerk muß weiter gelegt werden auf eine wirtschaftliche Los-Größe und auf Typenreinheit innerhalb der einzelnen Lose, unter gleichzeitiger Beachtung, daß möglichst wenig Veränderungen konstruktiver Art noch während des Produktionsprozesses vorgenommen werden.

Ein erheblicher Teil des Aufwandes an möglicher, lebendiger Arbeit wird leider noch immer durch Stillstands- und Wartezeiten vergeudet, die z. T. durch Anlaufschwierigkeiten entstehen, die zwar bei der Aufnahme einer Serienproduktion unvermeidbar sind, durch entsprechende Vorbereitung jedoch weitestgehend gesenkt werden können. Hierzu trägt wesentlich die termingerechte Bereitstellung der Auftragsunterlagen und Zeichnungen, sowie von Material, Werkzeugen und Zulieferteilen bei.

b) Um die Produktion reibungslos durchführen zu können, ist es erforderlich, die notwendigen Hilfsleistungen zügig wirksam werden zu lassen, d. h., auftretende Reparaturen so durchzuführen, daß möglichst wenig Arbeitsausfall entsteht, und daß Transportarbeiten, Materialbereitstellungen usw. stets so erfolgen, daß keine Behinderung der Produktion eintritt.

Dieses Ziel muß erreicht werden unter Wahrung eines möglichst günstigen Verhältnisses von Produktionsarbeitern zu Hilfsarbeitern, was wiederum abhängig ist von der Übernahme der Maschinen in persönliche Pflege durch die Produktionsgrundarbeiter selbst, von dem Vorhandensein eines gut funktionierenden Einsatzsystems für Reparatur-Brigaden und von einer einwandfrei arbeitenden Produktionsplanung und Produktionslenkung.

c) Um den Aufwand, der notwendig ist zur Leitung und Lenkung des Betriebes, weitestgehend zu senken, gilt es, weit mehr als bisher die Leitungsprinzipien, die in der übrigen sozialistischen Wirtschaft gelten, auch in unseren Betrieben restlos zu verwirklichen.

Hierzu gehört die Steigerung der Eigenverantwortlichkeit der einzelnen Mitarbeiter, die Beratung im Kollektiv, aber die Entscheidung des einzelnen, die Beseitigung von Bürokratismus und des Papierkrieges, die Ausschaltung von Doppelarbeit sowie die Vereinfachung der Abrechnung und die Mechanisierung der Verwaltung.

Durch diese Verbesserung der Arbeit des gesamten leitenden Personals wird es möglich sein, den Anteil je Erzeugnis für Verwaltungstätigkeit laufend zu senken, wodurch nicht nur eine Senkung der Gesamtkosten des Endprodukts erzielt wird, sondern durch Wegfall bürokratischer Hemmnisse auch eine wesentliche Steigerung der Produktion möglich wird.

d) Zu den Zirkulationskosten ist zu bemerken, daß wir in der sozialistischen Wirtschaft auf Grund unserer Planwirtschaft erhebliche Vorteile gegenüber dem kapitalistischen System zu verzeichnen haben, die wir leider bisher nur noch nicht in vollen Maße ausgenutzt haben.

Zur Zeit sind es vorwiegend noch Kinderkrankheiten unseres Aufbaues, daß für die Heranschaffung des Materials noch erheblich mehr Aufwand notwendig ist, als auf Grund unserer geplanten Wirtschaft tatsächlich erforderlich wäre. Auch die Aufwendungen für den Absatz der Erzeugnisse, unter denen die Werbungskosten den Hauptanteil ausmachen, liegen bei

uns durch die engen, freundschaftlichen Handelsbeziehungen zwischen den sozialistischen Ländern ebenfalls wesentlich unter denen der kapitalistischen Wirtschaft.

Wenn es uns noch gelingt, die Qualität unserer Erzeugnisse so zu steigern, daß nur noch wenige Garantieleistungen erforderlich sind, wird auch dieser gesamte Kostenfaktor einen Umfang annehmen, der es uns ermöglicht, Erzeugnisse zu einem Preis zu liefern, der nicht nur weit über unseren eigenen Aufwendungen liegt, sondern darüber hinaus auch noch stets konkurrenzfähig auf dem Weltmarkt erscheint.

Fla 200

Fünf Trümpfe des sowjetischen Luftverkehrs

Von Ing. H.-K. LEPITRÉ

(Fortsetzung aus Heft 5)

DK 629.138.5 (47)
629.138.5.035.5
629.138.5.038.035.5

3.4 Leitwerk

Höhen- und Seitenleitwerk sind zu 45° gepfeilt. Alle Ruderflächen sind mit Trimmklappen versehen und aerodynamisch ausgeglichen. Die Nasen der Höhen- und Seitenleitwerksflossen werden elektrisch enteist.

Beim Abstellen des Flugzeuges werden die Ruder über einen Hebel neben dem Sitz des 1. Flugzeugführers mit einem Bolzen an der Rudernase festgestellt. Dabei können die Triebwerke nur nach dem Lösen der Feststellvorrichtung angelassen werden.

3.5 Fahrwerk

Das Fahrwerk ist als einfahrbares Bugradfahrwerk ausgeführt. Das doppelt bereifte Bugfahrwerk mit Biegefederbein wird nach hinten in den Rumpf eingefahren. Es ist bis 45° schwenkbar und wird am Boden vom Flugzeugführer mit den Seitenruderpedalen gesteuert. Der Federhub beträgt maximal 300 mm. Es werden Reifen mit den Abmessungen 900 × 275 mm verwendet.

Die Hauptfahrwerke sind als Wagenfahrwerke ausgebildet, die hydraulisch nach vorn in die schon genannten Gondeln eingefahren werden. Die Fahrwerksklappen sind zwangsläufig

mit dem Fahrwerk verbunden, d. h. sie schließen und öffnen sich mechanisch beim Ein- oder Ausfahrvorgang des Fahrwerkes. Gleichzeitig mit dem Fahrwerk wird die Federstrebe am Rumpffleck ein- und ausgefahren. Die Hauptfahrwerkschächte werden außer im Fluge auch bei Start und Landung vollständig abgedeckt. Jeder Fahrwerkswagen besitzt vier bremsbare Räder mit den Abmessungen 1100 × 330 mm. Die ölhdraulische Bremsung erfolgt durch Pedale, am Stand durch eine Handbremse.

Entbremsautomaten sichern die beiden hinteren Radpaare gegen Blockieren beim Bremsen. Der Federhub der Hauptfahrwerke beträgt maximal 280 mm.

Anteilig wird das Hauptfahrwerk mit etwa 90% des Gesamtgewichtes belastet, so daß auf das Bugfahrwerk nur 10% entfallen.

Das Ausfahren der Fahrwerke dauert etwa 25 Sekunden. Die Sicherheitsbestimmungen erlauben das Ausfahren erst bei Fluggeschwindigkeiten unter 100 km/h.

3.6 Triebwerke

Zum Antrieb dienen zwei Strahltriebwerke RD-3 M des Konstrukteurs Zuev von 9500 kp Standschub. Die Länge der Triebwerksgondeln beträgt rd. 13 Meter. Die Kreisrunden,

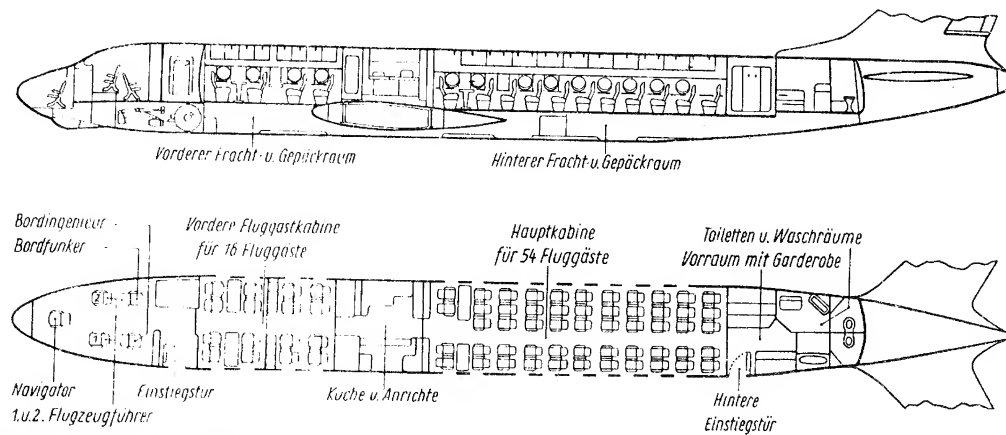


Bild 20. Rumpfübersicht der Tu-104 A



Bild 21. Der 1. Flugzeugführer am Steuer der Tu-104

Zentralbild

mehr als 1 Meter im Durchmesser messenden Lufteinlauföffnungen sind vor der Tragflügel Nase angeordnet. Der Lufteinlaufschacht ist etwa 4 Meter lang.

Jedes Triebwerk ist von der Ober- und Unterseite her zugänglich.

Die Strahlaustrittsöffnungen von 0,6 Meter Durchmesser ragen um etwa ein Drittel der Triebwerksgondellänge über die Tragflügelhinterkante hinaus.

Die Triebwerke werden mit Generatoren angelassen, die durch Bordbatterien gespeist werden. Der Kraftstoffverbrauch ist infolge des hohen Triebwerksschubes relativ groß. So werden während des Startes und Steigfluges 6500 Liter Kraftstoff



Bild 22. Tu-104 während des Landeanfluges mit ausgefahrenen Landeklappen und Fahrwerk

verbraucht, dagegen bei gedrosselten Triebwerken während des Abstiegs aus 10000 Meter Höhe nur rd. 2800 Liter. Der Verbrauch im Reiseflug beträgt etwa 6200 Liter je Stunde. Die Lärmentwicklung der beiden Triebwerke ist relativ gering.

Zusammenfassung

Das Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug Tu-104A für 70 Fluggäste ist die Touristen-Variante der Tu-104 und für den Einsatz auf den längsten Flugstrecken der sowjetischen Luftverkehrsgesellschaft Aeroflot vorgesehen. Zwei überschwere Strahltriebwerke von je 9500 kp Standschub verleihen der Tu-104A eine Reisegeschwindigkeit von 850 bis 900 km/h, die etwa 80 bis 100% über der bisher im Weltluftverkehr eingesetzter Kolbentriebwerk-Verkehrsflugzeuge liegt.

Die von 5,2 auf 9 t gegenüber der Tu-104 gesteigerte Nutzlast ermöglicht auch den wirtschaftlichen Einsatz auf kürzeren Flugstrecken.

Die Innenausstattung und der Komfort der Fluggastkabinen entsprechen dem internationalen Geschmack.

Bei Ausfall eines Triebwerkes während des Startvorganges wird der Start fortgesetzt. Das Momentengleichgewicht kann infolge der geringen Außermittigkeit der Triebwerke leicht wieder hergestellt werden. Die Steiggeschwindigkeit beträgt dann 2 m/s. Fällt ein Triebwerk nach dem Erreichen der Reiseflughöhe von 10000 Meter aus, so kann die Tu-104A unter Verbrauch aller Kraftstoffreserven ihr Ziel noch erreichen.

Im äußersten Notfall, z. B. bei plötzlichem Druckabfall in den Kabinen, ist es möglich, innerhalb von 3 Minuten von 11000 auf 5000 Meter Höhe abzusteigen.



Bild 23. Tu-104 kurz nach dem Start im Steigflug

Zentralbild

4. Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug Tupoljew Tu-110

Das Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug Tu-110 (Bild 24) wurde vom Kollektiv des bekannten sowjetischen Chefkonstruktors und zweifachen Helden der sozialistischen Arbeit, Professor A. N. Tupoljew, aus der bekannten Tu-104 entwickelt.

Der Einbau von vier Strahltriebwerke-Triebwerken, die insgesamt etwa 20% mehr Schub als die Triebwerke der Tu-104 liefern, gestattet es, das Fluggewicht zugunsten der Nutzlast bedeutend zu erhöhen.

Durch eine Vergrößerung der Rumpflänge erhöhte sich die Sitzplatzkapazität der Tu-110 je nach Ausführung auf 78 bis 100. Die Nutzlast der Tu-110 beträgt maximal 12 t, während sie bei der Tu-101 5,2 t und bei der Tu-104A maximal 9 t betrug. Das bedeutet natürlich eine wesentliche Erhöhung der Wirtschaftlichkeit des Flugzeuges. Ferner bieten die vier Triebwerke eine größere Flugsicherheit, vor allem beim Ausfall eines Triebwerkes während des Startvorganges.

Die Reisegeschwindigkeit beträgt auf Strecken von 3000 bis 3300 km Länge 800 km/h und kann auf kürzere Strecken zwischen 1000 und 2700 km Länge auf 900 km/h gesteigert werden.

4.1 Kenndaten

Spannweite	37,2 m
Länge	40,0 m
Höhe	11,5 m
Tragflächeninhalt	190 m ²
Fluggewicht	88 t
Nutzlast (max.)	12 t
Tragflächenbelastung	463,2 kg/m ²
Höchstgeschwindigkeit	1000 km/h
Reisegeschwindigkeit	800 bis 900 km/h
Einsatzflughöhe	1000 bis 3300 km
Reiseflughöhe	11 bis 12 km

Die Nutzlast setzt sich wie folgt zusammen

100 Fluggäste	7,5 bis 8,0 t
Gepäck	1,6 bis 2,0 t
Fracht/Post	2,9 bis 2,0 t
	12,0 t

4.2 Rumpferwerk

Das Rumpferwerk der Tu-110 ist fast vollständig vom Muster Tu-104A übernommen worden.

Auf Grund der Auslegung für 78 bis 100 Fluggäste wurde der Rumpf im Baukastenprinzip durch Einfügen eines zylindrischen Rumpfabschnittes vor dem Tragflügelmittelstück um 1,21 m verlängert.

Der Besatzungsraum entspricht denen der Tu-104 und Tu-104A. Die Anrichte-Küche wurde dagegen in den vorderen Teil der Druckkabine verlegt. Dadurch wurde sie von den Fluggastkabinen getrennt und somit das Verladen der Lebensmittel, die bisher durch die vordere Fluggastkabine transportiert werden mußten, vereinfacht.

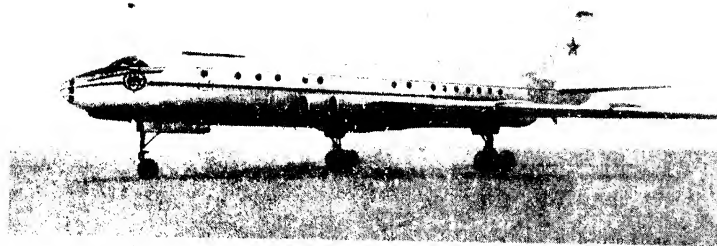


Bild 24. Das TL-Verkehrsflugzeug Tu-110

Zentralbild

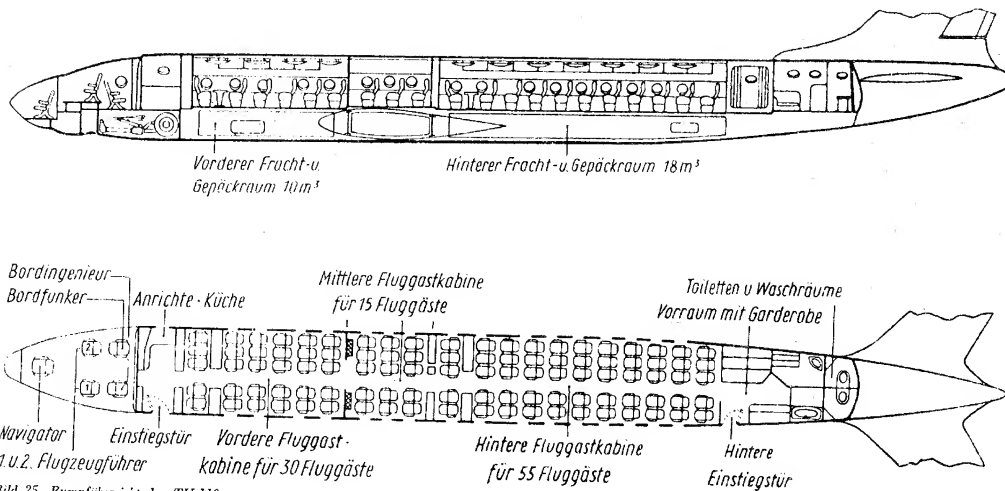


Bild 25. Rumpfübersicht der TU-110

Die Anrichte-Küche ist modern ausgestattet. Speisen und Getränke befinden sich in 24 genormten Behältern, von denen 14 die insgesamt 112 Serviergedecke aufnehmen. Die Fluggäste werden während des Fluges entsprechend der Tageszeit mit warmem Frühstück, Mittagessen oder Abendbrot versorgt. Der Besatzungsraum ist von den Fluggastkabinen durch eine druckdichte Tür getrennt, die in den 11. Spant eingezogen ist. Auf diese Art ist die Anrichte-Küche mit im druckbelüfteten Teil der Fluggastkabine untergebracht.

Die Fluggastkabine ist in drei Räume aufgeteilt. Der erste und vordere Raum liegt zwischen dem 15. Spant und dem vorderen Holm des Tragflügelmittelstückes und weist 30 Sitze auf, die in sechs Zweierreihen links und sechs Dreierreihen rechts vom Durchgang angeordnet sind.

Die Abmessungen der Sitze und die Breite des Durchganges sind die gleichen wie im hinteren Fluggastraum der Tu-104A. Die Rückenlehnen der Sitze sind von 16 bis 42° verstellbar. Die Armlehnen zwischen den Sitzen können entfernt werden. Über dem Tragflügelmittelstück ist der zweite mittlere Fluggastraum für 15 Fluggäste angeordnet.

Danach folgt die Hauptkabine für 55 Fluggäste, deren Abmessungen der Hauptkabine der Tu-104A entsprechen. Die 55 Sitze sind in elf Sitzreihen zu je zwei und drei Sitzen angeordnet. Die Sitze sind auf Längsschienen mit leicht lösbaren Schloßern befestigt, so daß die Sitzabstände und die Sitzanordnung, wenn notwendig, verändert werden können.

Zur Auskleidung der Fluggasträume wurde hauptsächlich ein in hellgrauen Farbtönen gehaltenes, nichtbrennbares Glasfasergewebe, das unter dem Namen „Pavinol“ bekannt ist, verwendet.

Die Druckkabine wurde so ausgelegt, daß bis zu Flughöhen von 5,5 bis 6 km der Kabineninnendruck dem Bodendruck entspricht. In größeren Höhen fällt der Kabineninnendruck ab und entspricht bei 11 bis 12 km Flughöhe dem Außendruck in einer Höhe von 2,4 bis 2,6 km. Der Unterschied zwischen Innendruck und atmosphärischem Druck beträgt dabei maximal 0,5 bis 0,57 kg/cm². Die Kabinentemperatur wird automatisch auf +20°C gehalten, selbst bei Außentemperaturen von -50 bis -60°C. Dies wird durch eine ununterbrochene Zuführung von Warmluft erreicht sowie durch die wärmeisolierende Auskleidung der Kabine. Gleichzeitig dient die wärmeisolierende Auskleidung zur Schallschließung gegenüber den Triebwerken. Bereits zwei der vier Triebwerke sind in der Lage, die notwendigen Druck- und Temperaturbedingungen in den Kabinen zu schaffen, so daß selbst beim Ausfall von zwei Triebwerken alle Bedingungen aufrecht erhalten werden können. Sollte aber trotzdem ein Druckabfall in den Kabinen eintreten, so haben alle Fluggäste die Möglichkeit, individuelle Sauerstoffmasken zu benutzen.

Ferner kann das Flugzeug in wenigen Minuten zur Sicherheitshöhe absteigen, in welcher der Flug - allerdings bei größerem Kraftstoffverbrauch der Triebwerke - fortgesetzt werden kann.

Hinter den Fluggasträumen befinden sich zwei Garderoben und zwei Toiletten sowie an der linken Rumpfsseite die hintere Einstiegstür für die Fluggäste. Die beiden Toiletten werden mittels einer chemischen Spezialflüssigkeit durch zwei Elektropumpen unter Druck gespült und die Flüssigkeit dann in einen 250 Liter fassenden Sammelbehälter geleitet. Das Wasser wird einem 80-Liter-Behälter entnommen und in den gleichen Behälter geleitet wie das Spülwasser der Toiletten.

Gegenüber der Tu-104A wurden die Unterflurpäck- und Frachträume wesentlich vergrößert. Dazu wurde der Kabinenfußboden um 140 mm gehoben, die Handgepäckräume dagegen tiefer gelegt. Das Fassungsvermögen der beiden Unterflur-

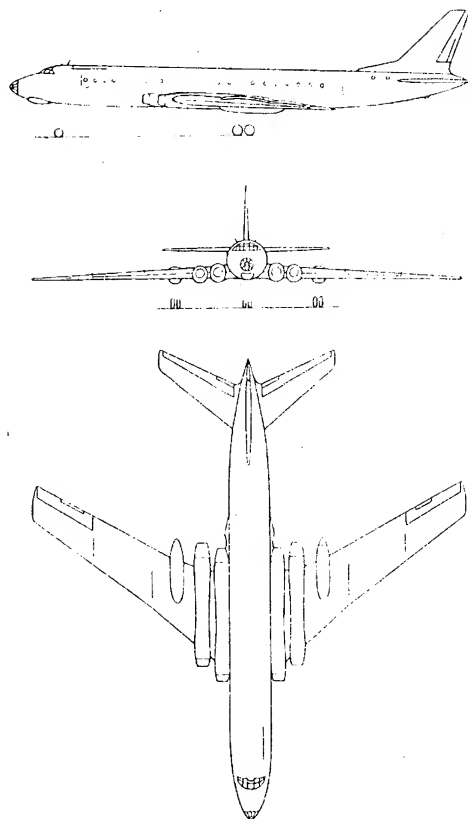


Bild 26. Dreiseitenansicht der Tu-110

frachträume, die vor und hinter dem Tragflügelmittelstück bzw. unter dem vorderen und hinteren Fluggastraum angeordnet sind, beträgt 28 m³. Das Verladen der Fracht erfolgt durch zwei große seitliche Luken (Bild 25).

4.3 Tragwerk

Das Tragwerk der Tu-110 entspricht in seinem konstruktiven Aufbau und seinen äußeren Umrissen etwa dem Tragwerk der Tu-104 bzw. Tu-104A.

Der Einbau von vier Strahltriebwerken im Tragflügelmittelstück sowie die veränderte Aufhängung der Triebwerke bedingte die Veränderung der Tragflügelwurzel und eine Vergrößerung der Spannweite um insgesamt 3,2 Meter. Die Anordnung der Grenzschichtzäune wurde beibehalten. Die vier Strahltriebwerke wurden zu zweit links und rechts vom Rumpf im Tragflügelmittelstück angeordnet, wobei die beiden inneren Triebwerke infolge günstigerer Schallschließung jetzt scheinbar einen geringeren Abstand vom Rumpf haben.

Ferner wurden zur Verbesserung der Landeeigenschaften die Fläche der Landeklappen vergrößert und zusätzliche Landeklappen unter den Triebwerken angeordnet. Die Tragflügel-nasen werden durch Warmluft aus den Verdichtern der Triebwerke enteist.

1.4 Leitwerk

Höhen- und Seitenleitwerk sowie das gesamte Rumpfhoch des Flugzeuges entsprechen konstruktiv und in ihren geometrischen Abmessungen der Tu-104 bzw. Tu-104A.

1.5 Fahrwerk

Das Fahrwerk der Tu-110 wurde vollständig von der Tu-104 übernommen. Lediglich die Spurweite des Hauptfahrwerks wurde durch die Verbreiterung des Tragflügelmittelstücks vergrößert.

1.6 Triebwerke

Zum Antrieb dienen vier Strahltriebwerke des Triebwerkkonstruktors A. M. Ijulko, die insgesamt einen 1,2-fach höheren Schub, aber relativ geringeren Kraftstoffverbrauch aufweisen sollen als die Triebwerke der Tu-104. Die Durchmesser der Triebwerke und der Luft-einlauföffnungen sind geringer, aber die Luft-einläufe der Triebwerke vor der Tragflügelnase scheinen länger zu sein.

Bei Ausfall eines Triebwerkes beim Start beträgt mit noch ausgefahrenem Fahrwerk die Steiggeschwindigkeit immer noch 5 bis 6 m/s.

Vier Strahltriebwerke verleihen dem Flugzeug je nach Reichweite eine Reisegeschwindigkeit von 800 bis 900 km/h in 10 bis 12 km Höhe.

Bei Ausfall von zwei Triebwerken kann der Flug fortgesetzt werden.

Durch die Erhöhung der Nutzlast auf maximal 12 t wird ein wirtschaftlicher Einsatz des Flugzeuges selbst auf kürzeren Strecken um 1000 km möglich sein.

Besonderes Augenmerk wurde auf moderne Einrichtung der Kabinen und somit auf Bequemlichkeit für die Fluggäste gerichtet. Die Ausstattung der Fluggasträume entspricht in jeder Hinsicht den internationalen Bedürfnissen.

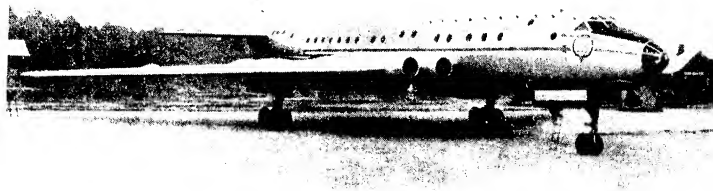


Bild 27. Tu-110 auf dem Flughafen Wnukowo

Zentralbild

Zusammenfassung

Das Strahltriebwerke-Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug Tupoljew Tu-110 ist eine im Baukastenprinzip vergrößerte Tu-104 für die Beförderung von 100 Fluggästen in der Touristenklasse oder 78 Fluggästen in der Luxusklasse auf Flugstrecken von 1000 bis 3300 Kilometern.

Der Flugpreis wird z. B. auf den Flugstrecken Moskau bis Sotschi und Moskau--Taschkent dem Preis einer Eisenbahnfahrkarte 2. Klasse entsprechen. Jedoch werden die Reisenden nicht mehr drei bis vier Tage, sondern nur noch drei bis vier Stunden Reisezeit aufwenden müssen.

Flu 189

(Wird fortgesetzt)

Unter dem Zeichen des Kranichs Mit der Deutschen Lufthansa auf den Straßen des Himmels

Von Redakteur H. AHNER

(Fortsetzung aus Heft 5)

DK 656.7
061.5:656.7
629.135-473

Aviochemischer Flugdienst

Im Gegensatz zu den verschiedenartigen, in zahlreiche Splittergruppen aufgeteilten Flugdiensten der kapitalistischen Welt (Liniendienste, Chartergesellschaften, Luftfähren und sog. Commercial Flying) vereint die Deutsche Lufthansa diese einzelnen Arten innerhalb eines Unternehmens. Die Vorteile einer solchen Zusammenfassung im Interesse einer weitgehenden Befriedigung aller Bedürfnisse der Wirtschaft und der Bevölkerung sowie im Interesse einer ökonomischen Gestaltung liegen auf der Hand.

Daher wird von der Deutschen Lufthansa auch der aviochemische Flugdienst betrieben, dessen Wirkungsweise in Land- und

Forstwirtschaft heute unbestritten ist. Er wurde im März 1957 aufgenommen und in diesem Jahre sollen 100000 ha landwirtschaftliche Nutzfläche aus der Luft aviochemisch bearbeitet werden. Diese Art der Düngung und Schädlingsbekämpfung ist für landwirtschaftliche Großbetriebe von erheblichem Vorteil.

Bei der Bekämpfung von Schädlingen wird im allgemeinen eine zehn- bis zwanzigmal höhere Leistung als mit den modernsten Bodengeräten erzielt. Dicht, in etwa 5 m Höhe über dem Boden fliegend, sprühen Flugzeuge der Baumuster L-60 „Brigadyr“ und An-2 ihre Bekämpfungsmittel auf einer Arbeitsbreite von 20 bis 30 m ab und bearbeiten auf diese Weise in vier

bis fünf Stunden etwa 250 lra. Bei guter Arbeitsvorbereitung lassen sich derartige Ergebnisse noch um weitere 20 bis 30% erhöhen, während bei einer Bearbeitung vom Boden aus in acht bis zehn Stunden ungefähr 12 bis 16 ha behandelt werden können.

Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Düngerstreuen. Auch hier erzielt man mit etwa 50 ha in vier bis fünf Stunden eine größere Leistung als mit einem modernen Düngerstreuer, der in acht Stunden ungefähr acht bis zwölf ha bearbeitet.

Überzeugend werden die Vorteile des aviochemischen Flugdienstes auch durch die Tatsache zum Ausdruck gebracht, daß bei der Kartoffelkäferbekämpfung vom Flugzeug aus mit fünf Liter Sprühmittel die gleiche insektizide Wirkung erreicht wird wie mit den für die Bodenbekämpfung erforderlichen 250 bis 600 Liter Giftstoff pro Hektar.

Im Einsatz gegen Forstschädlinge ergibt sich zudem noch der Vorteil, daß man mit dem viel wendigeren Flugzeug auch in solche Ecken und Winkel kommt, die den herkömmlichen, an den Boden gebundenen Geräten nicht zugänglich sind.

Luftfrachtdienst

Am 16. September 1957 eröffnete die Deutsche Lufthansa in Berlin C2 ein zentrales Luftfrachtbüro, um der Forderung unserer Wirtschaft, Frachtgüter auf dem Luftwege in alle Welt zu befördern, nachzukommen. Zugleich folgte sie damit der international immer stärker in Erscheinung tretenden Tendenz, das Frachtgeschäft von Schiff und Eisenbahn auch auf das Flugzeug auszuweiten. Beim heutigen Stand des Flugwesens kann von wenigen Ausnahmen abgesehen so ziemlich alles mit dem Flugzeug befördert werden, was denkbar ist. Die bestehenden internationalen Verbindungen der Deutschen Lufthansa ermöglichen es, Exportgüter auf dem schnellsten Wege nach allen Ländern der Erde zu transportieren. Darüber hinaus kann der Luftfrachtdienst auch auf den innerdeutschen Strecken in Anspruch genommen werden.

Er ist für den Kunden leicht zu handhaben und bringt keinerlei Erschwernis mit sich. Der Exporteur übergibt den Versandauftrag der Deutschen Lufthansa und schickt das Luftfrachtgut als Exprefgut nach Berlin-Ostbahnhof. Die gesamte weitere Behandlung übernimmt die Deutsche Lufthansa und stellt dem Absender den Luftfrachtbrief auf schnellstem Wege zu. Von den Inlandflughäfen der Deutschen Demokratischen Republik können die Frachtgüter ebenfalls mit dem Flugzeug nach Berlin-Schönefeld zur Weiterleitung gebracht werden.

Wenn die Luftfrachtsätze auch höher liegen als bei anderen Transportmitteln, so ist der Luftfrachtversand durch seine eindeutigen Vorteile bedeutend rentabler, denn es fallen einmalige Umladekosten und das erhöhte Beschädigungs- und Diebstahlrisiko fort. Die höheren Luftfrachtsätze werden aber auch durch die zusätzlichen Gewinne aus dem schnelleren Warenumschlag sowie durch beträchtliche Zinsersparnisse bei weitem aufgehoben. Zu berücksichtigen ist außerdem, daß Exportbetriebe auf die Lagerhaltung großer Auslandsräger verzichten können, da telegrafische Bestellungen selbst aus fernsten Ländern schnell ausgeliefert werden können. Schließlich werden bei dieser Transportart die Akkreditivfristen kaum gefährdet, und es besteht keine Gefahr einer Lieferterminüberschreitung. Auch braucht der Exporteur den Verfall von Einfuhrlicenzen nicht zu fürchten. Schließlich können Musterofferten und Ersatzteillieferungen rasch an Ort und Stelle geleitet werden, wie auch durch die Schnelligkeit des Lufttransportes der Wert leicht verderblicher Güter erhalten bleibt.

Gegenwärtig bestehen wöchentlich folgende Versandmöglichkeiten nach dem Ausland:

- 20 Flüge nach Moskau mit Anschluß an das Inlandnetz der Sowjetunion sowie nach China, Korea und Vietnam,
- 6 Flüge nach Sofia,
- 10 Flüge nach Warschau,
- 21 Flüge nach Prag mit Anschlüssen nach dem Nahen und Mittleren Osten, Afrika, Nord- und Südamerika sowie über die Fernstroute nach Australien,
- 13 Flüge nach Budapest mit Anschluß nach Belgrad und Athen,
- 6 Flüge nach Brüssel, Paris mit Anschluß nach Island, Kanada und Nordamerika,
- 5 Flüge nach Stockholm mit Anschluß über die Polarroute nach Tokio,
- 2 Flüge nach Helsinki,
- 2 Flüge nach Wien.

Im Sommerflugplan existieren noch weit günstigere Verbindungen. Leider lagen diese bei Redaktionsschluß noch nicht vor.

Allgemeines

Das Passagieraufkommen im Luftverkehr zeigt in internationalem Maßstab eine ständig steigende Tendenz, die seit 1945, 1946 besonders rasch zunimmt.

1930	0,75 Millionen Passagiere
1938	3,3 Millionen Passagiere
1946	18,1 Millionen Passagiere
1950	31,2 Millionen Passagiere
1955	68 Millionen Passagiere
1956	78 Millionen Passagiere
1957	87 Millionen Passagiere
1958	voraussichtlich über 100 Millionen Passagiere

Mit anderen Worten gesagt heißt das: die im Jahre 1958 das Verkehrsflugzeug benützenden Personen würden, in Zehnerreihen aufgestellt, einen Marschblock bilden, der von Paris nach New York weit über 5000 km reichen würde. Da die genannten Ziffern jedoch nicht die Sowjetunion - das Land mit dem größten Luftverkehrsnetz der Erde - und China umfassen, liegt das gesamte internationale Passagieraufkommen wesentlich höher.

Flugreisen sind kein Luxus mehr. Die Deutsche Lufthansa empfiehlt, die benötigten Plätze so früh wie möglich zu bestellen. Der Fluggast erhält, wenn er gleichzeitig den Rückflug mit bucht, eine Ermäßigung von 10% des vollen Flugpreises. Für Kinder bis zu 2 Jahren sind 10% des vollen Flugpreises zu zahlen, sofern nur ein Kind unter zwei Jahren pro vollzahlender Erwachsener mitfliegt. Für Kinder von zwei bis zu zwölf Jahren sind 50% des vollen Flugpreises zu zahlen. Darüber hinaus gewährt die Deutsche Lufthansa noch verschiedene Ermäßigungen bei Gruppenreisen im internationalen Verkehr.

Bei der Buchung eines Flugscheines erwirbt der Passagier zugleich das Recht, eine gewisse Menge Gepäck kostenfrei zu befördern. Im Inland beträgt diese Menge 10 kg und auf internationalen Strecken 20 kg. Außerdem kann jeder Fluggast einen Mantel, eine Reisedecke, eine Damenhandtasche, einen Regenschirm oder Spazierstock, eine angemessene Menge Lesestoff sowie einen Babykorb und Reiseverpflegung außerhalb seines Freigepräcks mit sich führen.

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß der jüngste Fluggast der Deutschen Lufthansa, der 12 Tage alte

Helmut Gritzka war, der am 12. Dezember vorigen Jahres mit seiner Mutter von Erfurt nach Berlin flog.

Die Flugsicherheit ist also heute so groß, daß man dem Flugzeug selbst ein Baby anvertrauen kann. Für die Flugsicherheit im allgemeinen sollen folgende Zahlen sprechen. Im zivilen Luftverkehr geschahen pro 100 Millionen Passagier-Kilometer

1925	28 Unfälle
1947	3,1 Unfälle
1955	0,6 Unfälle
1956	0,5 Unfälle
1957	weniger als 0,3 Unfälle

Das heißt, daß nach dem Stand von 1956 ein Fluggast wöchentlich einmal den Nordatlantik im Flugzeug überqueren kann und daß ihm erst weit nach 2000 Jahren ein Flugunfall zustößen würde. Vergleichsweise sei noch erwähnt, daß im Weltmaßstab gesehen jeder 11. Motorradfahrer verunglückt. Da jedoch von der Presse im allgemeinen die meisten Flugunfälle registriert werden, entsteht unter der Bevölkerung oft der Eindruck, daß das Fliegen auch heute noch außerordentlich gefährlich sei. Tatsächlich aber ist der Luftverkehr von heute die sicherste Transportart, die es gibt.

Zusammenfassung

Das, was vom jüngsten Verkehrsunternehmen unserer Republik bisher geleistet wurde, ist etwas Großes, das sich durchaus neben die stolzen Leistungen des internationalen Luftverkehrs stellen kann. Um das voll zu ermessen, halte man sich vor Augen, daß die Zeiten längst vorüber sind, in denen man mit ausgedienten klapprigen Doppeldeckern, die in primitiven Wellblechschuppen untergebracht waren und von irgendeiner Wiese aus starteten, flog – und manchmal auch ankam. Der Schimmer des Abenteuers ist der wissenschaftlichen Exaktheit gewichen und der moderne Luftverkehr kann sich keine Unternehmen mit ungewissem Ausgang leisten, denn der Passagier verlangt mit Recht ein Höchstmaß an Sicherheit. Der moderne Luftverkehr fordert daher ein großes Maß an komplizierten Einrichtungen und kostspielige Flugzeuge.

An diesem Punkt aber liegt die große Leistung der Deutschen Lufthansa. Sie schattete sich vom ersten Tag als eine flugtüchtige Organisation in das weltweite Netz des internationalen Luftverkehrs ein, in ein System also, in dem es keine schwachen Stellen geben darf. Man verlangte von ihrem ersten Tage an unbedingte Zuverlässigkeit, so wie es ihre anderen Partner in Jahrzehnten lernten.

Flu 190

Flugzeug-Fahrwerke

Von Prof. Dipl.-Ing. B. BAADE

(Fortsetzung aus Heft 1, 2)

DK 629.135.015 698
629.135.015.347.311.2
629.135.015.001.12

7. Gestaltung der wichtigsten Fahrwerksbauteile

7.1 Räder und Bremsen

Die Räder bestehen aus Radkörpern mit Bremsen, Reifen und Schläuchen. Um ein minimales Gewicht und auch ein kleines Trägheitsmoment zu erhalten, werden die Radkörper meist aus Leichtmetallgüß hergestellt. Die Lagerung der Achsen erfolgt im allgemeinen in Kegelrollenlagern, wodurch einmal ein geringer Reibungswiderstand erreicht wird und zum anderen die bei Scheibelladungen auftretenden beträchtlich hohen Seitenkräfte aufgenommen werden können. Da Flugzeugräder beim Landestoß sehr stark zusammengedrückt werden, ist es zur Erzielung einer möglichst großen Berührungsfläche zwischen Reifen und Boden erforderlich, die Felgen weit auseinanderzuziehen.

Die Innenseite der Felgen ist aufgeraut, um zwischen ihnen und den Reifen einen guten Reibschluß zu erhalten. Der Innendruck der Reifen preßt deren Wülste gegen die Einkerbungen der Felgen, so daß sich die gebremsten Reifen nicht gegenüber den Radkörpern verschieben und so die Schlauch-

ventile herausgerissen werden. Beim Flugbetrieb ist es üblich, durch eine Markierung nachzuprüfen, ob die Reifen tatsächlich nicht auf den Felgen rutschen.

Der kraftaufnehmende Teil des Reifens ist die sogenannte Cordeinlage (Bild 26). Je auf Maximalreifendruck werden durchschnittlich zwei derartige Einlagen vorgesehen. Als Werkstoff für die Cordeinlagen wurden ursprünglich Stoffbahnen aus chinesischen Ramie-Hanf Fasern verwendet, da sie bei hoher Zugfestigkeit eine günstige Dehnung zur Aufnahme der Walkarbeit besitzen. Die Ramiefasern sind außerdem rau und gezackt, so daß eine innige Verzahnung mit der Gummibettung erfolgt. Neuerdings werden aber auch hierfür Kunststofffasern verwendet, vor allem Perlon oder Nylon. Sie besitzen eine höhere Festigkeit. Jedoch ist darauf zu achten, daß sie nicht zu glatt sind, da sie sich sonst beim Walken aus ihrer Bettung lösen.

Die Cordbahnen sind an Drahtseilringen verankert, die die Wülste durchlaufen. Zum Schutze des Cordes ist ein Projektor aufvulkanisiert. Er kann ohne Gefahr für den Cord Schmitte und Abrieb aufnehmen und ist profiliert, um die Bodenhaftung zu erhöhen.

Für die Wahl der Radgrößen ist zunächst die zulässige Bodenbelastung der Start- und Landeplätze bestimmend. Man rechnet hierbei mit folgenden Werten:

- 2 kg/cm² für Sandboden
- 4,5 kg/cm² für Grasnarbe

Betonbahnen vertragen die z. Z. maximalen Raddrücke von etwa 25 kg/cm².

Beim Abschleppen ist es möglich, die zulässigen Bodendrücke bis zu 50% zu überschreiten. Die Reifen hinterlassen aber dabei tiefe Spuren, da die Räder die erforderliche größere Auflagefläche durch Einsinken in den Boden selbst herstellen.

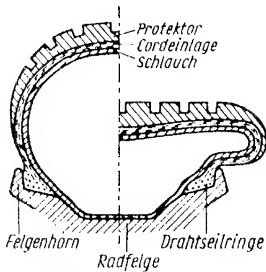


Bild 26. Reifenprofil eines Breifelgennades

Ausreichenden Bodenwiderstand vorausgesetzt, dürfen die Reifen infolge der Belastung aber keineswegs beliebig stark einfedern, da ihre Lebensdauer davon beeinträchtigt wird. Ausgehend von der Belastung und dem maximal zulässigen Reifeninnendruck lassen sich die notwendigen Radgrößen bestimmen. Reifendiagramme lassen diese Zusammenhänge erkennen. Bild 27 zeigt ein derartiges typisches Reifendiagramm, und zwar für ein Rad mit den Abmessungen 1000×350 mm.

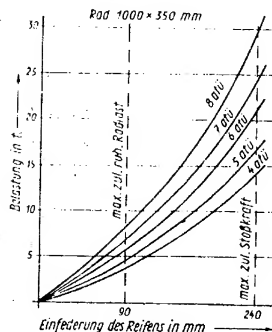


Bild 27. Reifendiagramm

Die Größe der maximal zulässigen ruhenden Radlast beim Start und die dadurch bedingte Einfederung werden im Dauerlauf auf einer Versuchstrommel ermittelt. Die Ergebnisse werden z. B. mit „erste Schäden am Cord nach 300 km Lauf“ oder für Spornräder z. B. „nach 1000 km Lauf“ gekennzeichnet. Die Wahl der Lage der maximal zulässigen ruhenden Radlast ist demnach eine Lebensdauerwahl. Die Kurve im Lebensdauer-Diagramm (Bild 28) zeigt einen Knick als Stelle,

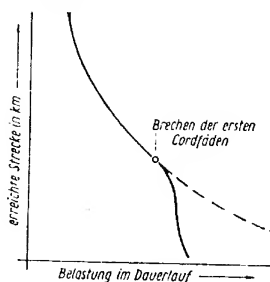


Bild 28. Lebensdauer-Diagramm

an der durch Zug und Erhitzung beim Walken die Cordbänder aus ihrer Gummibettung gerissen werden und die Cordfäden einzeln zu brechen beginnen. Die Kontrolle der Reifen muß daher im Innern derselben vorgenommen werden. Außenbeschädigungen sind, solange das Cordgewebe noch nicht sichtbar ist, meist harmlos.

Die Wahl der maximal zulässigen ruhenden Radlast hat bei Verkehrsflugzeugen besonders sorgfältig zu erfolgen. Durch regelmäßiges Auswechseln der Räder, auch wenn noch kein Schaden sichtbar, ist das Erreichen der Altersermüdung zu verhindern. Weiterhin interessiert die Größe der maximal zulässigen Stoßkraft und der zugehörigen maximal zulässigen Reifeneinfederung (Bild 27). Sie sind so zu wählen, daß die auf Grund der Bauvorschriften festgelegte sichere Stoßgeschwindigkeit aufgenommen wird, ohne daß hierbei zu große Stoßkräfte oder Einfederungen entstehen.

Die in den Radkörpern eingebauten Bremsen sollen die Landeenergie aufnehmen und das ausrollende Flugzeug schnellstmöglich zum Stehen bringen. Weiterhin besteht die Aufgabe, das Flugzeug während des „Abbremsens“ der Triebwerke fest-

zuhalten. Schließlich müssen die Bremsen auch in der Lage sein, während längerer Abstellperioden des Flugzeuges die Räder zu blockieren.

Die Erfahrung lehrt, daß durchschnittlich 20% der kinetischen Energie des landenden Flugzeuges durch den Luftwiderstand vernichtet werden, so daß die Bremsen noch etwa 80% aufzunehmen haben. Diese verbleibende Energie muß derart zeitlich und größenmäßig auf die Räder verteilt werden, daß keine Unstabilitäten des Flugzeuges oder Überhitzungen einzelner Räder auftreten können.

Welcher außergewöhnlich hohen Beanspruchung Flugzeugbremsen ausgesetzt sind, möge folgendes Beispiel zeigen:

Landegewicht $G_L = 30$ t

Landegeschwindigkeit $v_L = 200$ km/h ≈ 55 m/s

erforderliche Bremsarbeit $A_B = 0,8 \cdot \frac{m v_L^2}{2}$

$$A_B = 0,8 \cdot \frac{3 \cdot 10^4 \cdot 55^2}{2} \text{ kgm} \approx 3,7 \cdot 10^6 \text{ kgm}$$

Unter der Annahme, daß auf die zwei hinteren Räder eines Bugradfahrwerkes 66%, also auf jedes einzelne Rad 33% der gesamten Bremsarbeit entfallen, so hat jedes Rad an Wärmeenergie

$$Q = 0,33 \cdot \frac{3,7 \cdot 10^6}{427} = 2860 \text{ kcal}$$

aufzunehmen.

Infolge der geringen spezifischen Wärme der Stahlbremsstrommeln darf nur mit einer Wärmeaufnahmefähigkeit von höchstens 60 kcal/kg Bremsstrommel gerechnet werden. Im vorliegenden Beispiel ergibt sich somit ein Bremsstrommelgewicht von

$$G_B = \frac{2860}{60} \approx 48 \text{ kg}$$

Das entspricht zwei Bremsstrommeln von 500 mm Durchmesser, 120 mm Breite und 20 mm Wandstärke.

Die Höchsttemperatur der Bremsstrommeln soll am Ende des Bremsweges etwa 450 °C nicht übersteigen. Andernfalls kommt es zur Zerstörung des Bremsbelages und zur Überhitzung der Leichtmetallräder und Gummireifen.

Bei Rädern mit hohem Innendruck, also kleinem Durchmesser, ist die Unterbringung der Bremsen schwierig und zwingt häufig zur Anwendung anderer Bremshilfen, wie z. B. Bremsschirm, Schubumkehr usw.

Die Umwandlung der Landeenergie in Wärme findet während einer bestimmten Bremszeit statt. Selbst trockener Boden kann kurz nach dem Aufsetzen, während das Flugzeug noch eine hohe Geschwindigkeit besitzt, nur einen kleinen Teil des von den Bremsen her möglichen Bremsmomentes aufnehmen.



Bild 29. Zerstörungen an Reifen, die bei der Landung blockiert sind

Steuert der Pilot bereits anfangs einen zu großen Bremsdruck ein, so fangen die Räder an zu rutschen und werden infolge des weiteren Absinkens des Bodenreibungswertes schnell blockiert. Bei kleinen Flugzeugen ist das Rutschen spürbar und

kann durch Freigabe der Bremsen sofort beseitigt werden. Bei großen Flugzeugen fehlt dem Piloten jedoch jedes Gefühl dafür. Sollen Zerstörungen der Bereifung vermieden werden (Bild 29), so muß die Bremsung mittels Bremsautomaten erfolgen.

Heutige Bremsautomaten wirken eigentlich als „Entbremsautomaten“. Sobald die Räder zu rutschen beginnen, wird der Bremsdruck herabgesetzt, so daß sie wieder zum Laufen kommen. Bild 30 zeigt das Diagramm einer automatischen Bremsung.

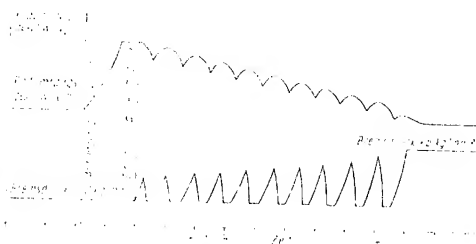


Bild 30. Diagramm einer automatisch gesteuerten Bremsung

7.2 Federstreben

Die Federstreben haben die Aufgabe, gemeinsam mit den Reifen die Stoßarbeit aufzunehmen. Die auf jedes Fahrwerk wirkende Stoßgeschwindigkeit setzt sich aus der Sinkgeschwindigkeit des Flugzeuges und einigen zusätzlichen Geschwindigkeiten, die sich aus Drehbewegungen in den verschiedenen Landelagen ergeben, zusammen.

Bei einer einwandfreien Landung ist die Sinkgeschwindigkeit und damit auch die Stoßgeschwindigkeit praktisch gleich Null. Jedoch bei zu hohem Abfliegen bzw. bei zu großer oder zu kleiner Landegeschwindigkeit entsteht eine Sinkgeschwindigkeit, die nach den bestehenden Bauvorschriften einen maximalen Wert von 4 bis 5 m/s nicht überschreiten soll.

Aus dieser Sinkgeschwindigkeit sind für die verschiedenen möglichen Landezustände (Dreipunktlandung, Heckrad- oder Bugradstoß usw.) für jedes Fahrgestell die zugehörige Stoßgeschwindigkeit und aufzunehmende maximale sichere Stoßarbeit zu bestimmen.

Als Sicherheit gegen Bruch wird eine weitere aufnehmbare Arbeit in der Größe von 60 bis 80% der sicheren Stoßarbeit

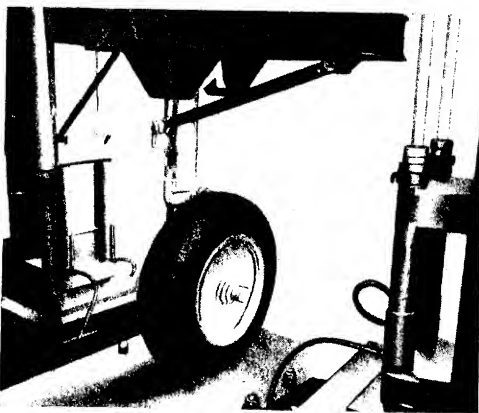


Bild 31. Fallhammerversuch mit einem Fahrwerk

gefordert. Bei Erreichung der Grenze dürfen bzw. sollen die nicht an der Federung beteiligten Bauteile, wie z. B. Hebel, Achsen usw., zu Bruch gehen. Dadurch ist für die Reifen und Federbeine eine weitere Sicherheit gegeben. Für die Zylinder der Federstreben ist vorgeschrieben, daß die Beanspruchung des Materials die Fließgrenze nicht überschreitet. Die Zylinder dürfen im Bruchfalle zwar bleibende Verformungen erleiden, aber nicht platzen.

Zur genauen Ermittlung der Stoßarbeit und zur Einstellung der Dämpfung wird das ganze Fahrwerk in einem sogenannten Fallhammer untersucht, wobei es aus einer bestimmten Höhe mit Gewichtsbelastung fallen gelassen wird (Bild 31).

Als Federung in den Federstreben werden verwendet:

a) Schraubenfedern

Nur für kleine Flugzeuge geeignet (Bild 32).

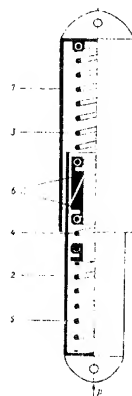


Bild 32. Schraubenfederstrebe
1, 2 teleskopartig ineinander gleitende Rohre
3, 4, 5 Schraubenfedern
6 Dämpfungselemente

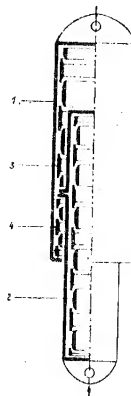


Bild 33. Ringfederstrebe
1 Zylinder
2 Pleuellagerung
3 Ringfedern
4 Rückschlag-Dämpfungselemente

b) Ringfedern

Sie besitzen eine große Reibungsdämpfung, aber sind dadurch relativ hart. Das ganze Federbein ist robust, bedarf praktisch keiner Wartung, ist aber auch verhältnismäßig schwer (Bild 33).

c) Komprimierte Luft

Die Luft strömt bei der Einfederung in eine andere Kammer und muß beim Rückgang zur Dämpfung durch Düsen wieder abfließen. Zur Rückgangsdämpfung wird häufig auch Öl verwendet (Bild 34). Es bietet den Vorteil, daß infolge seiner höheren Zähigkeit die erforderlichen Düsen größer sein können. Diese sind dadurch unempfindlicher gegenüber Bautoleranzen und elastischen Verformungen. Außerdem können an Stelle von Gummimanschetten Pleuellagerungselemente verwendet werden. Federstreben mit dieser Federungsart besitzen zwar recht hohe Innendrucke (bis 450 atü), bewirken aber ein sehr weiches Rollen und sind auch relativ leicht.

d) Hochkomprimierte Flüssigkeiten

Flüssigkeiten lassen sich bei Belastung durch einige tausend Atmosphären ebenfalls volumenmäßig zusammendrücken. Sowohl die Pleuellagerung als auch die für die Arbeitsaufnahme erforderlichen Volumen können hierbei außerordentlich klein gehalten werden. Derartige Federstreben sind klein, aber robust und bedeuten eine wesentliche Gewichtsersparnis bei der Fahrwerkkonstruktion. Jedoch bereitet die Abdichtung einige Schwierigkeiten, da an Stelle von Gummimanschetten jetzt Metallmanschetten verwendet werden müssen.

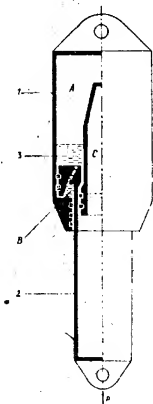
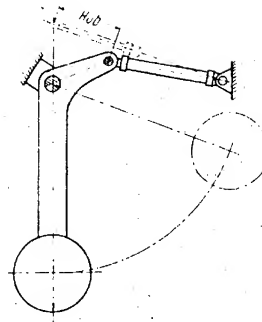


Bild 34. Luftfederstrebe mit Öldämpfung
1 Zylinder
2 Kolben
3 Öl
Wird Kammer A verdichtet, strömt Öl in Kammer B. Erreicht der Kolben den Zylinderboden, wird zusätzlich Kammer C verdichtet

Bild 35. Wirkungsweise einer Einziehstrebe



Bei der hydraulischen Betätigung wird das Drucköl entweder auf der einen oder auf der anderen Seite des Kolbens eingeleitet, so daß die Strebe wahlweise verlängert oder verkürzt werden kann. Die erreichbare Strebenkraft ergibt sich aus dem Bordnetzdruck und der wirksamen Kolbenfläche. Auf der Zylinderseite ist die Fläche gleich dem Zylinder-Innenquerschnitt, auf der Kolbenstangenseite jedoch um den Kolbenstangenquerschnitt kleiner. Da beim Einziehen des Fahrwerkes größere Kräfte als beim Ausfahren erforderlich sind, wäre es also zweckmäßig, im ersten Fall die Strebe ausfahren zu lassen (Bild 35). Die ausgefahrene Strebe besitzt jedoch eine größere Knicklänge. Es muß daher die jeweils gewichtsmäßig günstigste Anordnung gewählt werden.

7.3. Einziehstreben

Da für alle schnell fliegenden Flugzeuge die Forderung besteht, das Fahrwerk während des Fluges einzuziehen, ist ein entsprechender Mechanismus notwendig. Der Hauptteil der Einziehkinematik ist die Einziehstrebe. Sie stellt eine Zug- und Druckstrebe dar, deren Länge verändert werden kann. Dies geschieht dadurch, daß die Einziehstrebe entweder als Zylinder mit Kolben ausgebildet ist und durch Öldruck, seltener durch Druckluft, betätigt wird oder als Spindel gestaltet ist, die mittels Elektro- oder Hydraulikmotor bewegt wird.

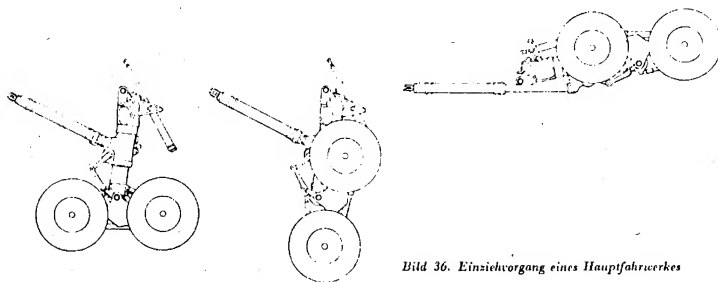


Bild 36. Einziehvorgang eines Hauptfahrwerkes

An beiden Hubenden lassen sich Verriegelungen anbringen, die den Kolben an diesen Stellen festhalten. Ausgeführt werden die Verriegelungen meist derart, daß ein Ring von Kugeln, der im Kolben sitzt, beim Erreichen des Hubendes gespreizt wird und in eine Rille im Zylinder hineinragt. Zur Entriegelung muß erst ein federbelasteter Vorkolben verschoben werden, der die Kugeln wieder freigibt, ehe sich der Hauptkolben bewegen kann.

Flu 239

Über die Bildung der VVB Flugzeugbau

Die Partei der Arbeiterklasse geht davon aus, daß Arbeitsweise und Struktur des Staats- und Wirtschaftsapparats der Entwicklung der Produktivkräfte, dem wachsenden sozialistischen Bewußtsein der Volksmassen dienen, der politischen und fachlichen Qualifikation der Mitarbeiter im Staats- und Wirtschaftsapparat und gleichzeitig der Entwicklung der Klassenkräfte in Deutschland entsprechen müssen.

Die neuen größeren Aufgaben beim Aufbau des Sozialismus können nur durch eine verstärkte Mitarbeit der Werktätigen bei der Planung und Leitung der Volkswirtschaft und bei gleichzeitiger Veränderung und Vereinfachung des Staatsapparates gelöst werden.

Deshalb besteht der wesentliche Inhalt des Gesetzes „Über die Vervollkommnung und Vereinfachung der Arbeit des Staatsapparates in der Deutschen Demokratischen Republik“ darin, Voraussetzungen zu schaffen, die eine rasche, ungehemmte

Entfaltung der Produktivkräfte ermöglichen, wobei die Werktätigen als ständig vorwärtsschreitendes Element wirken.

Auch für die Luftfahrtindustrie, als einer der jüngsten Industriezweige in der Deutschen Demokratischen Republik, besteht die Notwendigkeit einer raschen, ungehemmten Entwicklung der Produktivkräfte. Hierzu ist es notwendig, dem Gesetz auch in der Luftfahrtindustrie zur vollen Wirksamkeit zu verhelfen.

Die grundsätzlichen Ziele des Gesetzes über die Vervollkommnung und Vereinfachung des Staatsapparates

Das Gesetz „Über die Vervollkommnung und Vereinfachung der Arbeit des Staatsapparates in der Deutschen Demokratischen Republik“ ist ein weiterer Meilenstein zur Festigung unserer volksdemokratischen Macht und bewirkt eine Festigung des Prinzips des demokratischen Zentralismus.

Sicherung des Rechtes jedes Werktätigen auf bewußtes schöpferisches Mitwirken in der Produktion und bei der Leitung der Wirtschaft sowie eine enge Zusammenarbeit zwischen den Planungsorganen, Wirtschaftsleitungen und Gewerkschaftsorganen;

Konzentrierung der Tätigkeit der zentralen Organe der Staatlichen Verwaltung auf die Entscheidung der grundsätzlichen Fragen und auf die Sicherung der Kontrolle der Durchführung; Verlegung der operativen Leitung der Betriebe näher an die Basis;

Stärkung der operativ-wirtschaftlichen Selbständigkeit der Betriebe im Rahmen des staatlichen Planes, Erhöhung der Eigenverantwortung der Werkleiter;

engere Verbindung der wissenschaftlichen Tätigkeit mit der Praxis des sozialistischen Aufbaus und Sicherung einer raschen Ausnutzung der Kenntnisse der Wissenschaft und Technik zur Steigerung der Arbeitsproduktivität;

Die Vervollkommenung der Arbeit des Staatsapparates muß mit einer Vereinfachung der Struktur und Arbeitsweise in allen Organen der staatlichen Verwaltung verbunden sein. Die Vereinfachung im Staatsapparat und die Änderung der Arbeitsweise muß zur Einsparung von finanziellen Mitteln und Arbeitskräften führen.

Hauptaufgaben der VVB Flugzeugbau

Der VVB Flugzeugbau obliegt die selbständige operative Leitung der Luftfahrtindustrie unter Wahrung der Rechte und Eigenverantwortlichkeit der Leiter der ihr unterstellten Betriebe und Einrichtungen.

Die VVB arbeitet auf der Grundlage der von der Staatlichen Plankommission gegebenen Direktiven und der Hinweise und Vorschläge aus den Betrieben und Einrichtungen sowie der örtlichen Organe der Staatsmacht die Perspektivpläne für die ökonomische und technische Entwicklung der Luftfahrtindustrie aus.

Die VVB hat die Aufgabe,

die Betriebe und Einrichtungen bei der Ausarbeitung der Pläne anzuleiten, die Planvorschläge zu koordinieren, zusammenzufassen und eine operative Plankontrolle auszuüben;

die Betriebe und Einrichtungen bei der Überwindung von Schwierigkeiten zu unterstützen, die sozialistische Hilfe zu organisieren, gute Erfahrungen und Methoden auf alle Betriebe und Einrichtungen der Luftfahrtindustrie zu übertragen sowie zur Erfüllung der Pläne und zur Steigerung der Arbeitsproduktivität die Wettbewerbs- und Aktivistenbewegung zu fördern; zur Verbesserung der Technologie und der Arbeitsorganisation Kollektive aus Mitarbeitern der Betriebe und Einrichtungen zu bilden und insbesondere Rationalisatoren, Aktivisten und Neuerer der Produktion hierzu heranzuziehen;

die Erzielung des höchstmöglichen Stands der Technik für Luftfahrtgerät durch intensive Forschung und Entwicklung im Forschungszentrum und in den Betrieben sicherzustellen und die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit mit anderen Industriezweigen, den Instituten, der Hochschulen usw. zu organisieren;

die zwischen den einzelnen Betrieben der Luftfahrtindustrie bestehenden engen Kooperationsbeziehungen zu lenken und die Kooperation mit anderen Industriezweigen durch Abschluß von Globalvereinbarungen und -verträgen zu sichern;

die Erreichung einer hohen Qualität und Sicherheit der Erzeugnisse der Luftfahrtindustrie zu sichern;

innerhalb der Luftfahrtindustrie den wirtschaftlich günstigsten Einkauf, Absatz und die zweckmäßigste Lagerhaltung zu organisieren;

die Versorgung des Industriezweiges und den Absatz der Erzeugnisse durch den VEB Kooperationszentrale für die Flugzeugindustrie auf der Grundlage festgelegter Nomenklaturen sicherzustellen;

zu sichern, daß die für die Luftfahrtindustrie notwendigen Fachkräfte vor allem wissenschaftlich-technische Mitarbeiter, ausgebildet und entsprechend ihrer Fähigkeiten zum Einsatz gelangen.

Die wichtigste Aufgabe der VVB ist die politische und fachliche Anleitung, Koordinierung und Kontrolle der Betriebe und Einrichtungen bei der Durchführung der ihnen gestellten staatlichen Aufgaben sowie die Gewährleistung der Ausnutzung der ökonomischen Gesetze des Sozialismus und der Durchführung der festgelegten Aufgaben für den sozialistischen Aufbau im Bereich der Luftfahrtindustrie.

Gliederung der VVB

Für die VVB Flugzeugbau wurde folgendes Leitungssystem festgelegt:

An der Spitze der VVB steht der Hauptdirektor. Die VVB gliedert sich weiter in die 4 Abteilungen Planung, Produktion, und Technik, Beschaffung und Absatz, Betriebswirtschaft und Kontrolle.

Beim Hauptdirektor besteht außer dem Sekretariat ein Büro, in dem der Referent des Hauptdirektors, der Justitiar, die Mitarbeiter für Innere Verwaltung und die Kraftfahrer zusammengefaßt sind.

Weiter stehen dem Hauptdirektor Mitarbeiter für Technische Prüfung, Kader und Sicherheit und Arbeit und Löhne zur Seite.

Zur Gewährleistung einer kollektiven Beratung der Grundsatzzfragen der Entwicklung und Leitung der Luftfahrtindustrie wird bei der VVB ein technisch-ökonomischer Rat gebildet.

Der technisch-ökonomische Rat setzt sich zusammen aus Werkleitern, Aktivisten, Ingenieuren, Wissenschaftlern und Organisatoren der Produktion, einem Vertreter der Industriegewerkschaft Metall und einem Vertreter des Wirtschaftsrats beim Rat des Bezirks Dresden.

Der VVB stehen für die Durchführung ihrer Aufgaben 70 Mitarbeiter zur Verfügung.

Die Arbeitsweise der VVB Flugzeugbau

Um unsere volksdemokratische Macht noch erfolgreicher zu festigen, müssen entsprechend den von Partei und Staat gestellten Aufgaben auch die Formen und Methoden der Arbeit, d. h. die Arbeitsweise verändert werden.

Der Leitungsapparat der Luftfahrtindustrie darf nicht bloß ein Apparat von Fachleuten sein, der die gegebenen gesetzlichen Normen formal anwendet, aber sonst in strenger Neutralität die Entwicklung der sozialistischen Gesellschaft dem Selbstlauf überläßt, sondern er muß planmäßig und bewußt den gesellschaftlichen Fortschritt unseres Industriezweiges lenken. Es gibt leider auch in unserem Industriezweig noch Mitarbeiter, die sich nur schwer von ihrer gewohnten ressortmäßigen Arbeitsweise trennen, weil sie verlernt haben, mit den Massen zusammenzuarbeiten. Andere stellen ihre persönlichen Interessen in den Vordergrund und hemmen durch diese kleinbürgerliche Auffassung unsere Weiterentwicklung. Hier muß ein beharrlicher Erziehungsprozeß einsetzen.

Die leitenden Mitarbeiter der VVB müssen lernen, sich mehr auf die Arbeiterklasse und die Werktätigen zu stützen und die Vorschläge und Kritiken der Arbeiter und der technischen Intelligenz der Betriebe schnell und unbürokratisch auszuwerten. Sie müssen sich gemeinsam mit den neuen Problemen zur Verbesserung des Arbeitsstils kritisch aneinandersetzen und Maßnahmen zum Kampf gegen Ressortarbeit, Bürokratie, Formalismus und kapitalistische und bürgerliche Traditionen jeder Art festlegen.

Das Leitungskollektiv der VVB wird die Leitung der Industrie mehr an die Produktionsbasis verlegen, Betriebsbesuche komplexer durchführen und den Produktionsberatungen, ökonomischen Konferenzen und Rentabilitätsberatungen mehr Augenmerk schenken. Durch die Teilnahme der Mitarbeiter der VVB an den entscheidenden Beratungen in den Betrieben und Einrichtungen wird es gelingen, die Leitung operativer als bisher zu gestalten.

Die VVB Flugzeugbau und die IG Metall werden gemeinsam die Wettbewerbs- und Aktivistenbewegung fördern und die Durchführung des Planes der technisch-organisatorischen Maßnahmen kontrollieren.

Sie werden sich darum kümmern, daß die BKV rechtzeitig abgeschlossen werden und wie die Werkleitungen ihre im BKV eingegangenen Verpflichtungen erfüllen.

Die verantwortlichen Wirtschaftsfunktionäre werden über die Erfüllung gefaßter Beschlüsse in Gewerkschaftsversammlungen Rechenschaft ablegen, den Arbeitern in Aussprachen die wirtschaftlichen Zusammenhänge erklären und alle Formen der Beteiligung der Werktätigen an der Leitung der Produktion fördern.

Alle Grundsatzfragen des Industriezweiges werden künftig ungeachtet der persönlichen Verantwortung des Hauptdirektors, im technisch-ökonomischen Rat der VVB Flugzeugbau beraten.

Die VVB als Planträger der Luftfahrtindustrie plant einerseits auf der Grundlage der von der Staatlichen Plankommission übergebenen Plandirektiven und nach Abstimmung mit den Wirtschaftsräten der Bezirke sowie nach gründlicher Beratung mit den Belegschaften und der IG Metall die ökonomischen Entwicklung der Luftfahrtindustrie, setzt andererseits in ihrem Bereich die gesamtstaatlichen Interessen durch und verbindet auf diese Weise Zentralismus und Demokratie.

Die teilweise Nichtübereinstimmung der Produktionspläne mit den Finanzplänen und die dadurch entstandene Doppel- und Mehrarbeit erfordert die Durchführung einer zentralisierten Planung. Die materielle und finanzielle Planung müssen eine Einheit bilden, d. h. der Bruttoproduktionsplan zu Planpreisen muß in Übereinstimmung mit der Planung der Warenproduktion zu Effektivpreisen, der Selbstkostensenkung, dem Betriebsergebnis, der Umlaufmittelausstattung usw. gebracht werden. Zur Verbesserung der Plankontrolle wird die materielle und finanzielle Kontrolle in der Abteilung Betriebswirtschaft und Kontrolle zusammengefaßt.

Verbesserung der Arbeitsweise auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung

Die VVB wird zur Verbesserung der Arbeitsweise auf dem Gebiete der Forschung die zentrale Leitung der Forschung dem Forschungszentrum übertragen und zukünftig diese Einrichtung zum wahrhaft wissenschaftlichen Zentrum der Luftfahrtindustrie entwickeln. Die fähigsten Wissenschaftler unseres Industriezweigs müssen in den Abteilungen und Instituten konzentriert werden. Ihnen sind die notwendigen, den Bedürfnissen und Möglichkeiten unserer Volkswirtschaft entsprechenden Aufgaben zu stellen.

Gleichzeitig werden dem Forschungszentrum alle Einrichtungen mit zentralem Charakter und technisch-ökonomischer Aufgabenstellung wie z. B. das Leit-BfE, das Projektierungsbüro, die Zentralstelle für Normung und Standardisierung, die Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel und die technische Unterlagenverwaltung im Interesse der Vereinfachung der Leitung des Industriezweigs zugeordnet.

Die Leitung dieser zentralen wissenschaftlichen Einrichtung der Luftfahrtindustrie wird Professor Dipl.-Ing. Bände übertragen.

Aufbau eines Geräteentwicklungsbetriebes

Da der Luftfahrtindustrie für die spezifische Entwicklung von Flugzeuggeräten noch keine ausreichende Kapazität zur Verfügung steht, macht es sich erforderlich, einen Entwicklungsbetrieb für Flugzeuggeräte aufzubauen. Die hierzu erforderlichen Maßnahmen und Anweisungen werden in Kürze von der Leitung der VVB eingeleitet.

Finanzierung der Betriebe und der VVB

Die in den Plänen der Betriebe vorgesehenen Zu- und Abführungen führen nicht mehr zu Geldbewegungen bei der VVB. Die Betriebe treten hierbei unmittelbar in eigener Verantwortung mit den örtlichen Finanzorganen in Beziehung.

Die Verwaltungsausgaben der VVB werden aus Umlagen der Betriebe finanziert. Diese Umlagen werden Bestandteil der Selbstkosten der Betriebe.

Schlußbetrachtungen

Der Schritt zur weiteren Entwicklung der sozialistischen Staatsmacht als der politisch organisierten Kraft für die gesellschaftliche Entwicklung vom Kapitalismus zum Sozialismus erfordert nicht nur eine Veränderung in der Organisation, sondern vor allem im Arbeitsstil der Staats- und Wirtschaftsfunktionäre.

Da das Gesetz zur schnelleren Entwicklung des sozialistischen Aufbaues dient, verlangt es insbesondere die Mitarbeit der Werktätigen an der Aufstellung, Durchführung und Kontrolle der Durchführung der Pläne, um zu noch höheren Ergebnissen in der Produktion zu gelangen.

Es gilt deshalb, den Arbeitsstil in der Richtung der Verbesserung der politischen Leitung der Massen, der Erziehung und Arbeit mit den Menschen zu entwickeln. Das erfordert die Verstärkung der Arbeit in den Betrieben.

Verwaltung der Luftfahrtindustrie

Die anodische Oxydation von Aluminium und seinen Legierungen

Von Ing. A. RÖMER

DK 669.718.915

(Schluß aus Heft 5)

7 Hinweise für die Praxis

7.1 Behandlung der Teile vor dem Eloxalvorgang

Aluminiumhalbzeuge werden im Gegensatz zu Schwermetallen und Stahl mit sehr sauberen Oberflächen geliefert. Aus diesem Grunde muß die Behandlung der Halbzeuge bei der Weiterbearbeitung viel sorgfältiger sein. Da aber an alle anodisierten Teile sehr hohe Oberflächenansprüche gestellt werden, müssen darüber hinaus die Halbzeuge oft noch mechanisch vorbehandelt werden.

Für die Bearbeitung und Behandlung der Halbzeuge beachte deshalb folgende Empfehlungen:

Während des Transports und der Lagerung sind die Teile ausreichend zu verpacken. Den sichersten Schutz gegen Kratzer bieten Papierzwischenlagen oder Lacküberzüge.

Werkzeuge und Werkstätten müssen laufend von Staub und Spänen gereinigt werden, wenn nicht die relativ weiche Metalloberfläche den Gefahren mannigfacher Beschädigungen ausgesetzt werden soll.

In den Werkstätten ist ferner ausreichend Platz für Bereitstellungsläger bzw. Abstellmöglichkeiten vorzusehen. Besondere Nachteile entstehen bei plattierten Werkstoffen durch derartige Beschädigungen, da neben dem Aussehen auch die Korrosionsbeständigkeit erheblich leidet.

Geglättete oder polierte Aluminiumteile dürfen in Räumen, wo sich Schweißwasser bilden kann, weder gelagert noch bearbeitet werden, da die geglättete bzw. polierte Aluminiumoberfläche leicht korrodiert. Derartige Fehler, auch solche leichter Natur, lassen sich beim Anodisieren nicht beseitigen, meist treten sie nach dem Anodisieren erst auffällig hervor.

Da im allgemeinen viele Fehler erst nach dem Eloxalvorgang richtig erkannt werden können, ist es zweckmäßig, eine sorgfältige Kontrolle unter guten Lichtverhältnissen zwischen die einzelnen Arbeitsgänge zu schalten.

7.2 Hinweise für den Eloxalvorgang

Während der Behandlung in der Eloxalanlage gilt sinngemäß das gleiche, wie für die Vorbehandlung. Hinzu kommt, daß hier noch Schäden durch Spritzer aus den Bädern entstehen können, wenn beengte Verhältnisse vorliegen.

Für die Arbeitsweise sind die in der Technologie angegebenen Bedingungen genau einzuhalten. Das gilt besonders für die richtige Badzusammensetzung, Temperatur und Expositionszeit.

Maßgeblichen Anteil am guten Gelingen des Eloxierens hat auch die Einhängvorrichtung. Oft müssen verschiedene Gestelle erprobt werden, ehe das richtige gefunden ist. Damit dadurch keine Zeit verloren geht, soll eine Eloxalwerkstatt zugleich eine kleine Schlosserei haben, um kurzfristige Änderungen durchführen zu können.

Der Meister soll besonders die laufenden Analysenergebnisse der Bäder beobachten und daraus jeweils die Regenerierungszusätze errechnen. Bezüglich der im Auftrag geforderten

Schichtdicke ist jeweils die entsprechende Zeit zu ermitteln, die zur Erreichung derselben erforderlich ist. Durch regelmäßige Schichtenkontrollen muß sich der Meister von der Leistungsfähigkeit seines Bades überzeugen.

7.3 Behandlung der Teile nach dem Eloxalvorgang

Ein unverzügliches Trocknen sichert die beste Qualität hinsichtlich des Aussehens der Teile. Auch aus Gründen der späteren Lackierung soll möglichst in Warmluft oder im Trocknenofen getrocknet werden.

Grundsätzlich sollen die Teile schnell aus der Eloxalanlage selbst abtransportiert werden. Immer wieder treten infolge Nichtbeachtung dieser Vorschrift größere Schäden durch die mit Säuren gesättigte Luft auf.



Bild 6. Eihängegestelle aus federhartem Draht für Kleinteile

Die Haftfestigkeit einer Lackschicht auf der Oxydschicht hängt von der Arbeitspause bis zur Lackierung ab. Sie soll möglichst nicht länger als 24 Stunden betragen.

Obwohl die Eloxalschicht hart und verschleißfest ist, sollen beim Transport Papier- oder Kunststoffzwischenlagen verwendet werden. Polierte Teile mit Hochglanzeffekt sind selbstverständlich sehr gut zu verpacken.

Während der Montage von sichtbaren Teilen (Hautbleche) empfiehlt sich ein Schutzlacküberzug, der später abgezogen oder gelöst werden kann.

Literatur

A. v. Zeidler, Technologie des Aluminiums und seiner Leichtlegierungen, 5. Aufl., 1947

Aluminium-Taschenbuch, 11. Aufl., 1955

H. Silmann, Chemische und galvanische Überzüge, 1952

Flu 183

Neues aus der Weltluftfahrt

DK 629.13(100): 008

Flugzeuge

● Sowjetische Ingenieure entwickelten mehrere Flugzeuge mit Schwingenflügeln, die wie Vogelschwingen bewegt werden. Diese sogenannten „Ornithopter“ können von jedem beliebigen Punkt aus starten und auch ebenso landen. Sie können mit der gleichen Antriebsleistung, die für ein zweisitziges Starrflügelflugzeug erforderlich ist, bis zu 15 Personen befördern (Bild 1). Neben Flugzeugen mit Tragflächen, die vom Vogelflug abgeleitet wurden, liegen auch Entwürfe von Tragflächen vor, die Insektenflügel ähneln.

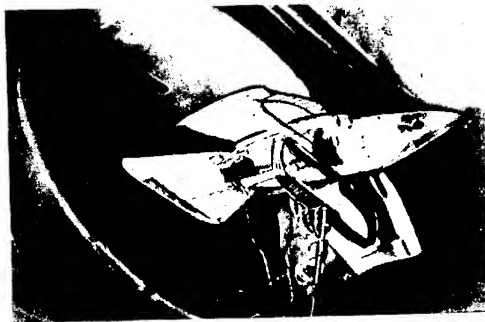


Bild 1. Windkanalversuche mit dem Modell des Schwingenflugzeuges „OR-EM-3“
Zentralbild

● An einem Flugzeug für Raumflüge, das durch die Gesetze der Gravitation nicht beeinflussbar ist, wird in der Sowjetunion gearbeitet. Die Grundlagenforschung wird sich auf das laufende Jahr erstrecken, erklärte der Doktor der technischen Wissenschaften K. P. Stanjukowitsch. Das Flugzeug hat den Namen Graviplan erhalten.

● Einzelheiten über das Vickers-Armstrong-Projekt VC.10 wurden jetzt bekannt. Das für 1963 vorgesehene Verkehrsflugzeug für den Langstreckeneinsatz soll mit vier weiterentwickelten Zweistrom-Strahltriebwerken Rolls-Royce „Conway“, von je 9500 kp Schub ausgerüstet werden (Bild 2), die paarweise links und rechts am Rumpfhinterteil angeordnet sind. Diese Anordnung setzt sich bei Verkehrsflugzeugen immer mehr durch, da sie viele Vorteile bringt, wie einwandfreie Strömung um den glatten Tragflügel, bessere Wartungsmöglichkeiten der Triebwerke, geringere Brandgefahr und geringere Geräusche in der Kabine. Kenndaten: Spannweite 42,7 m, Tragflächeninhalt 260 m², Fluggewicht 136 t, Tragflächenbelastung 523 kg/m², maximale Reisegeschwindigkeit

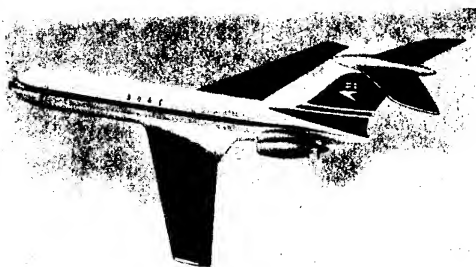


Bild 2. Modell des Langstrecken-Verkehrsflugzeuges Vickers-Armstrong VC.10

975 km/h in 12 km Höhe, 135 bis 152 Fluggäste in der Touristen-Variante bzw. 108 Fluggäste in der Erstklass-Variante.

● Die erste italienische Nachkriegskonstruktion eines Verkehrsflugzeuges, von dem man sich eine größere Abnehmerzahl verspricht, wird jetzt als AZ-8 von Agusta gebaut. Die AZ-8 ist ein mit vier Kolbenmotoren Alvis Leonides 502/5 von je 540 PS Startleistung ausgerüstetes Kurz- und Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug für 22 bis 26 Fluggäste. Ihr Einsatz soll vor allem auf den Strecken erfolgen, die unregelmäßig befliegen werden müssen und unterschiedlich ausgelastet sind. Die größte Wirtschaftlichkeit wird auf Strecken von 600 bis 800 km Länge erreicht. Vorteilhaft ist der Einsatz von unbefestigten Plätzen. Selbst bei Ausfall eines Triebwerks besteht mit maximalem Abfluggewicht Startmöglichkeit.

Der Tragflügel besteht aus einem 13,2 m breitem Mittelstück und den zwei je 6,15 m breiten Außenflügeln. Das Bugfahrwerk ist hydraulisch einfahrbar.

Kenndaten: Spannweite 25,5 m, Länge 19,4 m, Höhe 6,6 m, Tragflächeninhalt 66,9 m², Leergewicht 7,1 t, Fluggewicht 11,3 t, Tragflächenbelastung 168,9 kg/m², Leistungsbelastung 5,2 kg/PS, maximale Reisegeschwindigkeit 370 km/h, Steiggeschwindigkeit in Bodennähe 335 m/min. Gipfelhöhe 8000 m, Startstrecke (über 15 m) 550 m, Startrollstrecke 410 m.

● Da sich das Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug künftig auch auf den mittleren und kurzen Strecken des Luftverkehrs durchsetzen wird, haben die englischen Flugzeugwerke Bristol und Hawker das Projekt eines Strahltriebwerke-Kurzstrecken-Verkehrsflugzeuges Bristol 200 erarbeitet. Das Flugzeug soll aber erst ab 1962 durch die englische Luftverkehrsgesellschaft BEA (British European Airways) auf Strecken von 500 bis 2700 km eingesetzt werden und 77 bis 99 Fluggäste befördern (Bild 3).

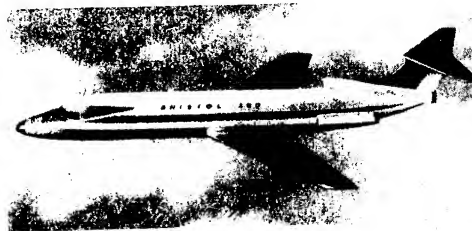


Bild 3. Modell des Kurzstrecken-Verkehrsflugzeuges Bristol 200

Zum Antrieb werden drei TL-Triebwerke dienen, die zu beiden Seiten des Rumpfecks und im Rumpfeck angeordnet werden sollen.

Projekt-Kenndaten: Spannweite 27,8 m, Länge 37,0 m, Nutzlast 9,5 t, Fluggewicht 54,5 t, Reisegeschwindigkeit 960 km/h. Mit der Bristol 200 erhöht sich die Zahl der englischen Strahlverkehrsflugzeugprojekte zwar nunmehr auf sechs, jedoch wird aller Wahrscheinlichkeit nach nur eins gebaut.

Hubschrauber

● In Budapest wird zur Zeit der Prototyp eines ungarischen Hubschraubers gebaut. Seine Flugerprobung wird in Kürze aufgenommen. Reisegeschwindigkeit und durchschnittliche Steiggeschwindigkeit sollen bei ungefähr 128 km/h und 130 m/min liegen. Es wird erwartet, daß das Flugzeug eine Gipfelhöhe von etwa 3300 m erzielt.

DEUTSCHE FLUGTECHNIK • 1958 H. 6

Aus der Praxis — für die Praxis

Nietwerkzeuge, Nietfehler und ihre Beseitigung (Schluß)

Von J. REITHMEIER

(Fortsetzung aus Heft 3/1)

10. Beseitigung falscher Niete

Die hier aufgeführten Nietfehler lassen sich durch aufmerksames Arbeiten vermeiden. Fehlerhafte Niete sind in allen Fällen nur durch Ausbohren einwandfrei zu beseitigen. Dazu wird der Setzkopf bei Hohlbohrnieten flach angefeilt, leicht angekönt und mit einem Bohrer vom Nietmündendurchmesser bis auf den Kopfrand eingebohrt. Der Kopf wird durch leichten seitlichen Schlag mit dem Durchschlag abgeschert und der Rest des Nietes aus dem Nietloch herausgeschlagen.



Wird der Bohrer nicht zentrisch angesetzt, entstehen Materialverletzungen. Außerdem hängt der Setzkopf mit dem Niet-

schaft noch fest zusammen, so daß er beim Abschlagen nicht sogleich absichert und ins Material eindringt und es verbeult. Nietfehler können vermieden werden, wenn jeder Arbeitsgang so gewissenhaft und sorgfältig wie nur irgend möglich ausgeführt wird.

Melde entstandene Fehler sofort deinem Meister! Sei dir immer bewußt, daß von deiner exakten Arbeit die Sicherheit der Fluggäste abhängt!

Literatur

Kennel, E.: Das Nieten im Stahl- und Leichtmetallbau, München 1951.

T.NL 106 21, Blatt 1 bis 3

T.NL 115 41

T.NL 150 02

T.NL 152 01

T.NL 152 03

Verfahrensunterweisung über die Herstellung von Nietverbindungen des MAB Dresden vom 14. 10. 1957.

Das Nieten im Stahl- und Leichtmetallbau von Ernst Kennel, 1942.

Flu 156

Neue Bücher

Flugmechanische Aufgabensammlung (Flugleistungen)

Von B. F. Gornostschenko und Mitarbeiter, VEB Verlag Technik, Berlin, 1957. Übersetzung aus dem Russischen, 306 Seiten, 113 Bilder, DIN A 5, 18,- DM.

In 113 Aufgaben von verschiedener Schwierigkeit gibt das Buch einen gründlichen Überblick über die zahlenmäßig erfahrbaren Flugleistungen und die Methoden ihrer Berechnung. Mit modernen Zahlenangaben werden Fragen über die Höchstgeschwindigkeit, über das beste Steigen, über Reichweite und Flugdauer, über Machzahlfluß und anderes mehr gestellt, wobei 36% der Aufgaben Strahltriebwerke, 7% Propellerturbinen-Triebwerke und 30% Kolben-Triebwerke mit ihren besonderen Eigenschaften betreffen.

Für sämtliche Aufgaben sind die Ergebnisse angegeben. Außerdem sind für über 50% der Aufgaben Lösungsansätze beigefügt, die die Hälfte des Buches einnehmen. Sie enthalten zum Teil nur kurze Gleichungs- und Ansatzweise, zum Teil die ausführliche Zahlenrechnung. Diese Lösungsansätze wurden bei der Übersetzung aus Deutsche stark vermehrt, so daß die Aufgabensammlung ein flugmechanisches Lehrbuch in gewissem Grade ersetzen kann. Eine sehr ausführliche Tabelle der Normatmosphäre vervollständigt den Inhalt.

Nicht nur die Studenten des Flugzeugbaus, des Triebwerkbau und verwandter Gebiete werden das Buch mit Nutzen durcharbeiten, sondern auch in der Praxis tätige Ingenieure, die sich fortbilden wollen.

Veröffentlichungen der Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel im Forschungszentrum der Luftfahrtindustrie, Dresden

1. Neuzeilische Konstruktionen und Bauweisen im Flugzeugbau

Von Obering. Fr. Strobel, Vortrag Nr. 1 aus der Vortragsreihe der Kammer der Technik: Einführung in Probleme des Flugzeug- und Triebwerkbau, als Manuskript gedruckt 1957, 42 Seiten, 22 Bilder, DIN A 4, 2,50 DM.

Nach einer Einführung in die Anforderungen an die Zelle werden in geschichtlicher Folge die Hohlbauweise, die Schalenbauweise, die Integrallbauweise und die Sandwichbauweise beschrieben sowie ihre konstruktiven und fertigungstechnischen Vor- und Nachteile dargestellt. Abschließend wird der Einfluß der Temperatur auf die Flugzeugzelle als für die künftige Entwicklung bedeutungsvoller Faktor kurz gestreift.

Der Vortrag gibt einen guten Überblick über die aktuellen Probleme der Konstruktion und Bauweisen im Flugzeugbau. Er kann infolgedessen Flugzeugbauern und anderen am Flugzeugbau Interessierten zur Information und Weiterbildung dienen.

Bestellungen nimmt das Technische Kabinett des VEB Flugzeugwerke Dresden, Dresden-Klotzsche, Hans 27, Zimmer 145, entgegen. Die Reihe wird durch die weiteren 6 Vorträge des Jahres 1957 fortgesetzt.

2. Einteilung und vergleichende Übersicht der Flugtriebwerke

Von Dipl.-Ing. H. Günther, aus der Reihe: Lehrschriften für die Berufsausbildung und Qualifizierung, als Manuskript gedruckt 1958, 30 Blatt, 21 Bilder und 1 Tafel, DIN A 4, 3,- DM.

Die Flugtriebwerke werden in Luftschraubentriebwerke, gemischte Triebwerke und Strahltriebwerke eingeteilt, was die beigefügte Tafel durch Wort und Bild eindeutig unterstreicht.

Für die Untergruppen Kolben-Triebwerke, rückstoßgetriebene Hubschrauberrotoren, Kolben-Triebwerke mit Abgasrückstoß, Propeller-Turbinen-Luftstrahltriebwerke (PTL), Luftstrahltriebwerke und Raketen-Triebwerke werden die wesentlichen Merkmale in Aufbau und Wirkungsweise sowie die Anwendungsmöglichkeiten und wirtschaftlichen Einsatzbereiche beschrieben und durch Bilder und Diagramme erläutert.

Die in erster Linie zur Information für Dozenten, Lehrer und Ausbilder bestimmte Schrift kann auch zur Weiterbildung anderer Mitarbeiter der Luftfahrtindustrie dienen.

Bestell-Nr. ZLL D 16.00-7, möglichst Sammelbestellungen an die Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel, Archiv, Dresden N 2, Postfach 40.

3. Die Fertigung im Flugzeug-Zellenbau

Von Obering. F. Griebach, Nr. 1 aus Schriften zur beruflichen Bildung, Band 1 als Manuskript gedruckt 1957, 169 Seiten mit 82 Bildern und Übersichten DIN A 4, 5,- DM.

Der Band 1 führt im 1. Teil in die Fertigung im Flugzeug-Zellenbau ein und behandelt die Organisation der technischen Aufgaben in den Betrieben, die Probleme und Aufgaben der Technologie des Flugzeug-Zellenbaus und die Zusammenhänge sowie den Ablauf der technologischen Arbeit im Zellenbau.

Im 2. Teil werden technologische Gesichtspunkte bei der Konstruktion von Flugzeugzellen (Bauweisen) erläutert. Die Berücksichtigung der Fertigungsmöglichkeiten, die Aufteilung der Bauteile in Baugruppen und Einzelteile und technologische Besonderheiten, die mit der Bauweise zusammenhängen, sind die Hauptabschnitte.

Die Schrift, die insgesamt aus 4 etwa gleichstarken Bänden bestehen wird, ist die Zusammenfassung der Erfahrungen einer langjährigen ununterbrochenen Praxis im Flugzeugbau und wurde vor allem für die Studierenden der Hoch- und Fachschule geschrieben. Sie kann aber infolge ihrer leicht verständlichen und anschaulichen Darstellungsweise auch zahlreichen anderen Mitarbeitern der Luftfahrtindustrie Vertiefung und Erweiterung ihrer Kenntnisse bringen.

Bestell-Nr. ZLL D 4.00-1, möglichst Sammelbestellungen an die Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel, Archiv, Dresden N 2, Postfach 40.

Luftfahrt auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1958

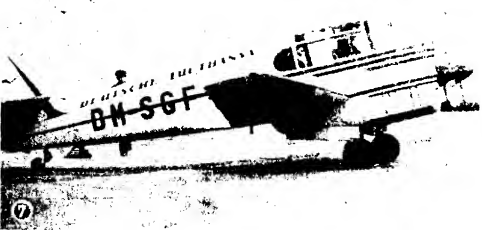
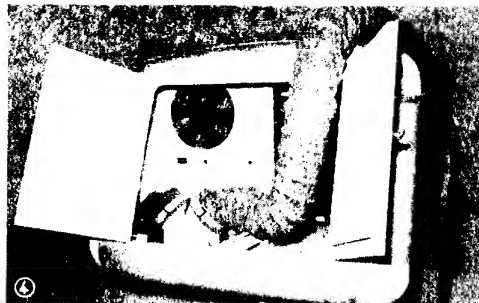
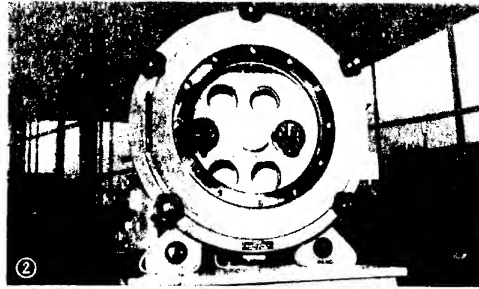
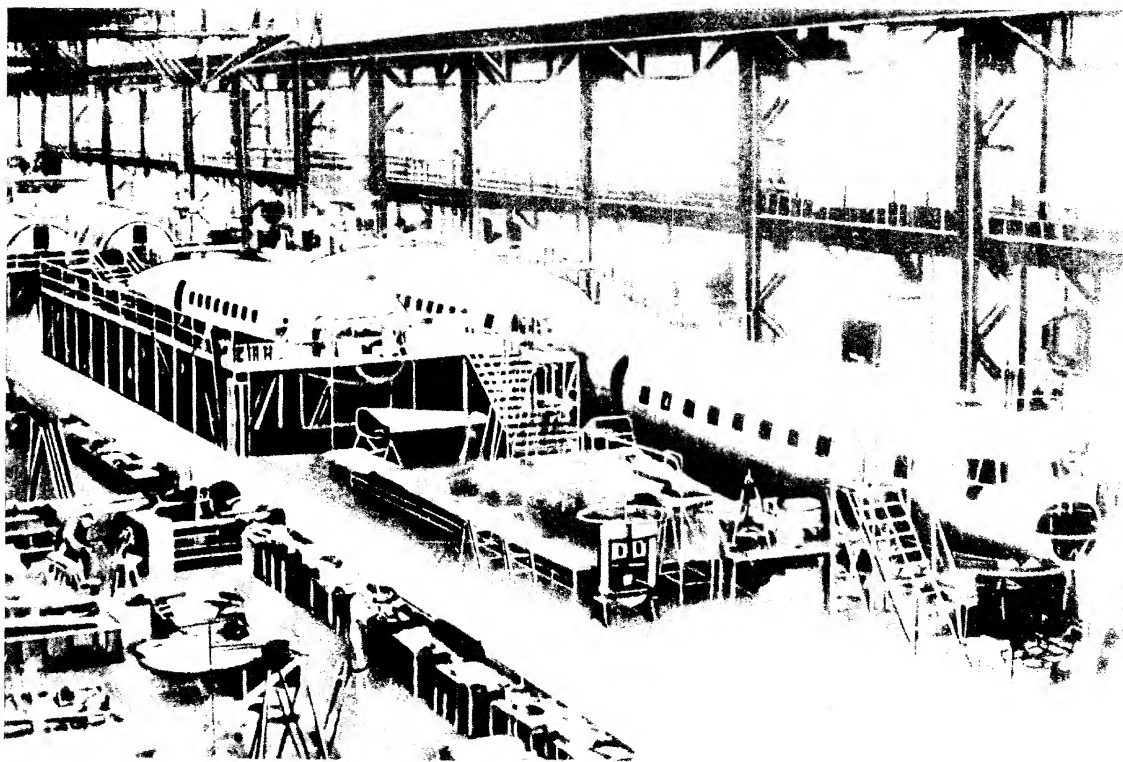


Bild 1: Der Hauptausstellungsort der Halle der Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik war neben einem Erprobungsstrichbuck vom Baumuster „D1“ ein Modell des ersten deutschen Triebwerksbaugruppen „D1“ im Maßstab 1:1. Bild 2: Vakuumkammer zur Prüfung von pneumatischen und elektrischen Flugzeugbauteilen in der Halle unserer Luftfahrtindustrie. Bild 3: Auf dem Erprobungsstrichbuck stand die Deutsche Demokratische Republik mit (von links nach rechts) einem Motor „ASch-82 T“, einem kompletten Triebwerk „Muster“ mit der Triebwerksbaugruppe „D1“ und dem Turbinen-Luftstrahltriebwerk „D1“ in Kesselschneidung. Im Hintergrund rechts ist eine Ringbrennvorrichtung mit 12 Brennkammerköpfen des „D1“ zu sehen. Bild 4: Auch dieser erstmalig gezeigte Vorführmotorstutzen fand neben Schmierstoff- und Anlaufdiensten großes Interesse. Bild 5: In der tschechoslowakischen Kollektionshalle stand neben anderen der 6-Zylinder-Praga „Doris 40“ Flugmotor mit 220 PS bei 2000 U/min im Vordergrund. Bild 6: Der polnische Hubschrauber SM-1 bei den Flugvorführungen in Leipzig-Mockau. Bild 7: Die Deutsche Luft Hansa führte während der Leipziger Messe Rautflüge, mit der Aven 15 auf Charterbasis durch. Bild 8: Von allen Kontinenten kamen Besucher – zum Teil im Flugzeug – nach Leipzig. Eben sind zwei Flugzeuge der SABENA und KLM aus Brüssel und Amsterdam gelandet.

DEUTSCHE

MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION
FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK



Inspektionsgang für das experimentelle Hochdruck-Verfahren, Typ D-110

AUS DEM INHALT:

Perspektiven des Luftverkehrs — Warum Windkanäle? — Festigkeitsfragen im Flugzeugbau — Dickenmessung von Korrosionsschutzschichten — Ingenieurschule für Flugzeugbau Dresden — Mittelstrecken-Verkehrsflugzeuge von heute

1
1. JAHRGANG
MAY 1957

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/04 : CIA-RDP80T00246A044900520001-6



Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug IL 14 P
(Technische Daten vgl. S. 8)

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/04 : CIA-RDP80T00246A044900520001-6

**MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK**
Zum Geleit

Die in monatlichen Folgen erscheinende Zeitschrift des Industriezweiges

„Deutsche Flugtechnik“

soll ein weiteres Mittel werden, die Mitarbeiter des Industriezweiges mit den Aufgaben der Luftfahrtindustrie vertraut zu machen und ihnen ständig wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Informationen zu vermitteln.

Die verhältnismäßig junge Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik hat für die Zeit des 2. Fünfjahresplanes die staatliche Aufgabe erhalten, der Luftfahrt leistungsfähige Flugzeuge und Geräte zur Verfügung zu stellen.

Um diesen Auftrag zu erfüllen, bedarf es des unermüdlichen Einsatzes der Spezialisten des Flugzeugbaus und der Mitarbeiter, die zu einem großen Teil erst seit kurzer Zeit auf dem Gebiet der Luftfahrttechnik tätig sind. Der Flugzeugbau fordert wegen seiner schnellen wissenschaftlichen Weiterentwicklung, seiner Präzision, seiner umfangreichen Kooperation und seiner Bedeutung für den gesamten technischen Fortschritt ein großes Spezialwissen auf jeder Stufe der Entwicklung und Produktion.

Das Hauptziel der vorliegenden, den Problemen der Flugtechnik gewidmeten Zeitschrift ist die Unterrichtung der Mitarbeiter unseres Industriezweiges in der Forschung, Entwicklung, Produktion und Verwaltung. Jeder soll durch die neue Zeitschrift für die flugtechnischen Belange interessiert werden und immer neue Impulse für seine Arbeit erhalten. Die Qualifizierung der bereits im produktiven Einsatz stehenden Arbeitskräfte und nicht zuletzt die Heranbildung der technischen Nachwuchskräfte ist eine Aufgabe von ausschlaggebender Bedeutung. Dies gilt nicht nur notgedrungen bis zur Überwindung des Anlaufzustandes, sondern gleichermaßen auch für den künftigen Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern. Der Zustrom an Lehrlingen, Studenten der Luftfahrttechnik, branchenfremden Technikern und Ingenieuren und Wirtschaftlern verlangt fortgesetzt eine qualifizierte fachliche Information. Es ist zu erwarten, daß bei dieser Zielsetzung der Zeitschrift auch andere Luftfahrtkreise Nutzen hieraus für ihre Aufgabenstellung ziehen werden.

Der Charakter und die Form der Zeitschrift müssen dementsprechend zu einer Darstellung des aktuellen Luftfahrtgeschehens in allen Ländern führen. Hierdurch sind die Leser mit den Neuerscheinungen auf dem Gebiet der Flugtechnik bekannt zu machen, und ihnen sind die mannigfaltigen Probleme der Luftfahrt aufzuzeigen. Durch Veröffentlichung bestimmter Teile der an der Technischen Hochschule wie auch an der Ingenieurschule für Flugzeugbau gehaltenen Vorlesungen soll einem breiten Kreis Gelegenheit zum Verfolgen der wissenschaftlichen Arbeit gegeben werden. Bedeutende Artikel aus anderen flugtechnischen Zeitschriften kommen — ungekürzt oder im Auszug — zu allgemeinverständlicher Wiedergabe. Auch ist daran gedacht, wichtige Nachrichten aus der Arbeit der Verwaltung der Luftfahrtindustrie zur Kenntnis zu bringen. Weiterhin sollen verschiedene Fragenkreise behandelt werden, entweder geschlossen, in Fortsetzungen oder auch in Artikelfolgen. Reiches Bild-, Diagramm- und Zeichnungsmaterial muß die Anschaulichkeit erhöhen. Einzel- und Querschnittsberichte über die in Zeitschriften, Dokumentationen und Fachbüchern dargestellten neuen Erkenntnisse haben auf dem gesamten Gebiet der Konstruktion, Fertigungstechnik, Ökonomik, technischen Organisation und über flugtechnische Randgebiete zu orientieren. So soll im Laufe des Jahres aus den monatlich erscheinenden Heften ein Sammelband „Deutsche Flugtechnik“ entstehen, den der Abonnent als ständiges Nachschlagewerk benutzen kann.

Die Leitung der Verwaltung der Luftfahrtindustrie sieht in dieser Zeitschrift ein immer dringlicher gefordertes und unbehrliches Arbeits- und Fortbildungsmittel für die Mitarbeiter. Das verpflichtet zugleich zur Mitarbeit jedes einzelnen, der durch seine Kenntnisse den anderen Fachkräften Wissen vermitteln kann.

Die Einheitlichkeit und Neuartigkeit der Zielsetzung werden bei guter Unterstützung durch alle im Industriezweig Beschäftigten zu weiterer Festigung der Luftfahrtindustrie führen.

Die Leitung der Verwaltung der Luftfahrtindustrie wünscht der Zeitschrift eine erfolgreiche Entwicklung und wird sie hierin ständig fördern.

Leiter der Verwaltung
der Luftfahrtindustrie

Techn. Leiter der Verwaltung
der Luftfahrtindustrie

Die Perspektiven des Luftverkehrs, einige daraus resultierende Entwicklungsprobleme und die von der Luftfahrtindustrie der DDR zu lösenden Aufgaben

Von Prof. Dipl.-Ing. B. Baade

Im Gegensatz zu allen anderen Staaten ist die Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik mit rein zivilen Aufgaben beschäftigt, und, wenn man vom Segelflugzeugbau absieht, haben unsere Werke ausschließlich die Aufgabe, Verkehrsflugzeuge und die hierzu erforderlichen Triebwerke und Ausrüstungen zu entwickeln und zu produzieren. Im Westen unseres Vaterlandes ist es allerdings anders; dort werden die Verkehrsflugzeuge importiert, während der Bau von Militärflugzeugen in großer Stückzahl anläuft.

Es ist also für uns wichtig festzustellen, daß durch die Bereitstellung von sehr erheblichen Mitteln durch unsere Regierung die Entwicklung und der Bau von Verkehrsflugzeugen in der DDR möglich wurde, während in Westdeutschland ausreichende Mittel nur für den Kriegsflugzeugbau, und zwar hauptsächlich für den Lizenzbau zur Verfügung stehen, aber alle Entwicklungsstellen und sonstige Forschungsanstalten über eine viel zu geringe finanzielle und materielle Unterstützung klagen. Da im gesamten kapitalistischen Ausland bisher etwa 95% des gesamten Flugzeugbaues Kriegszwecken dienen und nur 5% der privaten und Verkehrsflugzeuge, ist deshalb leicht einzusehen, daß auch die Mittel für Forschung und Entwicklung etwa im selben Verhältnis auf die zukünftigen Anwendungsgebiete verteilt wurden.

Perspektiven der Entwicklung

Es ist deshalb kein Wunder, daß, wenn man die Leistungen verschiedener Flugzeugtypen miteinander vergleicht, die Verkehrsflugzeuge erst viel später das Leistungsniveau der Kampfflugzeuge erreichen. Es ist aber keineswegs richtig, daraus nunmehr zu folgern, daß der Bau von Kriegsflugzeugen notwendig ist, um die Luftfahrtentwicklung schneller voranzutreiben, wie das in vielen westlichen Zeitungsartikeln gefordert wird, ja, daß eine schnelle Entwicklung ohne den Kriegsflugzeugbau überhaupt nicht möglich sei. Das stimmt keineswegs; denn wenn für die zivile Luftfahrt die gleichen Mittel zur Verfügung stehen würden, würden zweifelsohne die gleichen Erfolge vorhanden sein, vielleicht sogar noch größere.

Einmal könnte durch den dann möglichen Austausch von Erfahrungen sehr viel Doppelarbeit vermieden werden, zum anderen könnten alle Ausgaben für rein militärische Zwecke (Waffen, Bomben, Zielgeräte, Erkennungsgeräte usw.) auf die eigentliche Aufgabe konzentriert werden.

Bei dem letzten amerikanischen Überschallbomber Convair B-58 „Hustler“ (Bild 1) wurden während der siebenjährigen Entwicklungszeit von den etwa 100 Millionen Dollar jährlicher Ausgaben (ohne Triebwerke!) nur 38% für den eigentlichen Flugzeugbau ausgegeben, während 17% für hauptsächlich militärische Ausrüstung und 45% für elektronische Ausrüstung, also ebenfalls zum größten Teil für militärische Zwecke, verbraucht wurden. Wenn das heute etwas anders wird, so liegt das an der schnellen Entwicklung des Luftverkehrs überhaupt.

In den 15 Jahren von 1939 bis 1954 ist trotz des Krieges der Luftverkehr auf das 25fache angestiegen, wobei im Jahre 1954 die 50-Milliarden-Passagier-km-Grenze überschritten wurde und nun etwa jährlich um 15% weiter steigt.

Der Luftverkehr ist also auf dem besten Wege, aus einem Zuschußbetrieb zu einem lukrativen Geschäft zu werden. Durch eine gewaltige Senkung der Kilometerpreise, die heute in USA nur noch 2 Cents/km betragen, beginnt der Luftverkehr erfolgreich mit Eisenbahn und Schiff zu konkurrieren.

Kein Wunder also, wenn auf einige erfolgversprechende Flugzeugmuster bereits Verkaufsabschlüsse getätigt wurden, ehe sie überhaupt serienmäßig ihre Eignung bewiesen hatten, ja teilweise ehe sie überhaupt vollständig durchkonstruiert waren. Heute vor einem Jahr lagen bereits Aufträge für die DC-8 (Bild 2) und die Boeing 707 auf 221 dieser Flugzeuge in Höhe von 1,3 Milliarden Dollar vor.

Hierbei handelt es sich um zwei fast gleiche Flugzeugtypen der Firmen Douglas und Boeing für den Langstrecken-Luftverkehr mit reinem Strahltriebwerkeantrieb von etwa 130 t Fluggewicht, die ab 1960 etwa 110 bis 150 Passagiere mit einer Reisegeschwindigkeit von rd. 950 km/h bis zu 7000 km weit befördern sollen. Für die Entwicklung dieser Flugzeuge stehen sowohl Boeing als auch Douglas die Erfahrungen aus dem Bau ähnlicher Kriegsflugzeuge zur Verfügung. Die von diesen Verkehrsflugzeugen zu erzielenden Leistungen werden von heute bereits im Einsatz befindlichen Flugzeugen, z. B. der B-52, überboten.

Wenn man die Geschwindigkeiten von Flugzeugen über der Zeit, wann sie erstmalig erschienen sind, aufträgt, so ergibt sich die bekannte Tatsache, daß der „Jäger“ etwa 7 Jahre früher als der Bomber die gleiche Geschwindigkeit erreicht, daß es also zwei ausgesprochene Kurven für die Klein- und die Großflugzeuge mit einem Versatz von 7 Jahren gibt (Bild 3).

Bild 1. USA Überschall-Bomber Convair B-58 „Hustler“

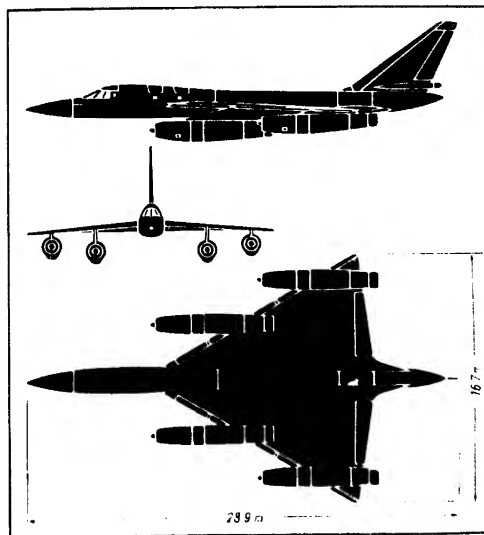




Bild 2. 130-sitziges Düsen-Verkehrsflugzeug Douglas DC-8

Bekanntlich haben Jäger etwa im Jahre 1950 erstmalig Geschwindigkeiten von mehr als $M = 1$ erreicht, Bomber sind aber erstmalig an der Wende 1956/57 bei höheren Mach-Zahlen geflogen. Während früher die großen Verkehrsflugzeuge nur kurze Zeit später ebenfalls mit dieser Geschwindigkeit flogen (selbst die Comet I und II liegen noch recht gut auf der Kurve), scheint sich mit Annäherung an die Schallgeschwindigkeit ein gewisser Abstand einzustellen. Das ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß mit Annäherung an die Schallgeschwindigkeit der Entwicklungsaufwand erheblich anwächst.

Interessant sind vielleicht in diesem Zusammenhang Zahlen, die den Entwicklungsaufwand für verschiedene Flugzeuge erkennen lassen, vgl. Tafel 1.

Tafel 1

Typ	Entwicklungs- abschluß	Zeit Jahre	Entwicklungsaufwand Ing.-Stunden
P-51 „Mustang“	1940 bis 1942	1,8	250000
F-86 „Sabre“	1945 bis 1949	4,3	1700000
F-100 „Super Sabre“	1951 bis 1955	4,6	4800000
B-58 „Hustler“	1951 bis 1957	7,0	7000000

Es ist selbstverständlich, daß bei dem trotz seiner absoluten Größe doch relativ niedrigen Bestand an Aufträgen für Verkehrsflugzeuge es für einen privatkapitalistischen Betrieb günstiger ist, den staatlich finanzierten Militärflugzeugbau sich erst zu einer gewissen Reife entwickeln zu lassen und dann die abgeschlossenen Entwicklungen in den Verkehrsflugzeugbau zu übernehmen. Einmal wird hiermit das absolute Risiko niedriger und zum anderen sinken natürlich die nicht durch den Staat finanzierten Eigenentwicklungskosten.

Bekanntlich wurde die Entwicklung des Passagierflugzeuges „Comet“ durch den englischen Staat finanziert, vielleicht ist das auch der Grund dafür, daß seine Geschwindigkeit relativ gut auf der Kurve für die Großflugzeugentwicklung liegt.

Aber andererseits sieht man auch, daß das Risiko einer so schnellen Entwicklung nur durch den Staat getragen werden kann, besonders, wenn, wie beim „Comet“, mehrere Katastrophen eintreten, die zur Sperrung dieses Flugzeugtyps für den Flugbetrieb führten.

Wenn man nun die Kurve der möglichen Verkehrsflugzeugentwicklung extrapoliert, so würde sich für das Jahr 1975 eine Geschwindigkeit von etwa 2400 km/h ergeben, und tatsächlich ist sowohl von Douglas wie auch von Boeing, z. B. vom 1. Vize-

präsidenten Dr. Beall, vorausgesetzt, daß ihre Firmen im Jahre 1975 Verkehrsflugzeuge für über 2000 Passagiere mit 2400 km/h Geschwindigkeit in 15 km Höhe liefern werden. Da die Entwicklung eines derartigen Flugzeuges mindestens 7 bis 8 Jahre beträgt und etwa weitere 3 bis 4 Jahre bis zu seinem Serienanlauf vergehen, muß also bereits in einigen Jahren mit der Projektierung dieser Flugzeuge begonnen werden.

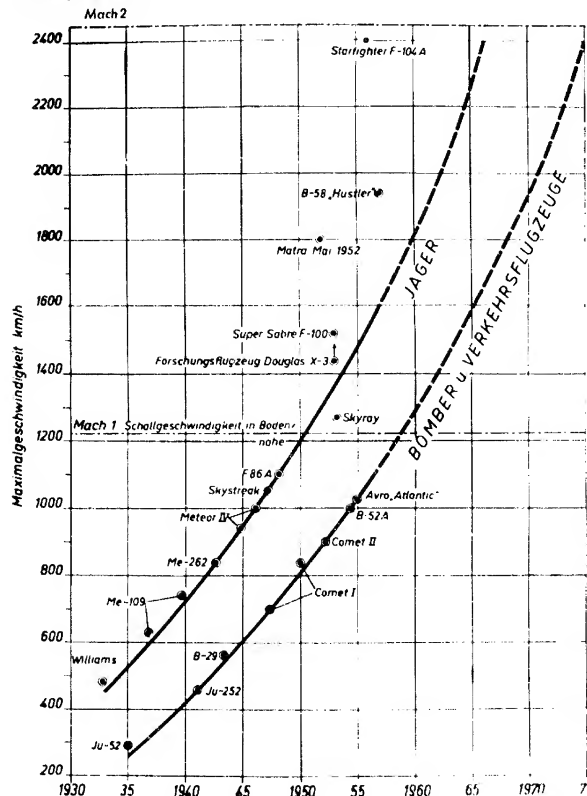
Entwicklungsprobleme

Dabei ist es interessant festzustellen, daß die wichtigsten Probleme für die Entwicklung derartigen Überschallverkehrsflugzeuge bereits heute bekannt sind. Da sie vielleicht von allgemeinem Interesse sind, soll auf einige von ihnen hier kurz eingegangen werden.

Wir wissen, wie etwa die äußere Form solcher Flugzeuge auszusehen hat, damit die von irgendeinem Teil des Flugzeuges ausgehenden Druckwellen nicht auf andere Teile des Flugzeuges auftreffen, und welche Querschnittsverhältnisse eingehalten werden müssen, um den Interferenzwiderstand (Widerstand infolge gegenseitiger Beeinflussung der einzelnen im Luftstrom liegenden Flugzeugteile) möglichst klein zu halten, wenn auch die genaue Form durch eine große Anzahl von Einzelversuchen im Windkanal bestimmt werden muß.

Schwieriger wird schon die Frage des Lufteintritts zu den Strahltriebwerken zu lösen sein, die ja im Gesamtgeschwindigkeitsbereich vom Langsamflug beim Start bis zu den hohen Überschallgeschwindigkeiten die im eintretenden Luftstrahl vorhandene kinetische Energie möglichst verlustlos in Druckenergie umsetzen muß (Bild 4).

Bild 3. Entwicklung der Höchstgeschwindigkeiten von Jägern, Bombern und Verkehrsflugzeugen: seit 1930



Langwierige Versuche und Rechnungen sind erforderlich, um den hierfür notwendigen Regelmechanismus für die Eintrittsseite zu entwickeln.

Ebenfalls schwierig zu lösen ist die Frage der Ausbildung der Organe für die Steuerung solcher Flugzeuge. Bekanntlich verlieren normale Ruder bereits im hohen Unterschallbereich einen großen Teil ihrer Wirkung, weil nur die Ruder selbst, nicht aber die vor den Rudern liegenden Flächen an der zum Steuern erforderlichen Änderung der Leitwerkskraft teilnehmen. Durch die immer weiter steigenden Luftkräfte verdrehen sich infolge ihrer Elastizität die vor den Rudern liegenden Flächen, so daß die durch die Ruder erzeugten Luftkräfte durch die nunmehr in entgegengesetzter Richtung entstehenden schädlichen Kräfte teilweise wieder aufgehoben werden.

Infolge dieser beiden Einflüsse nimmt die Ruderwirkung mit steigender Mach-Zahl stark ab (Bild 5), während andererseits die Rudermomente und damit die Steuerkräfte so stark ansteigen, daß die Ruder sich nicht mehr von Hand bedienen lassen und

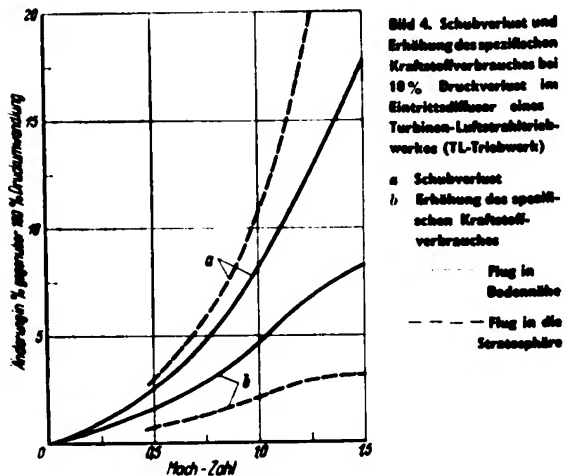
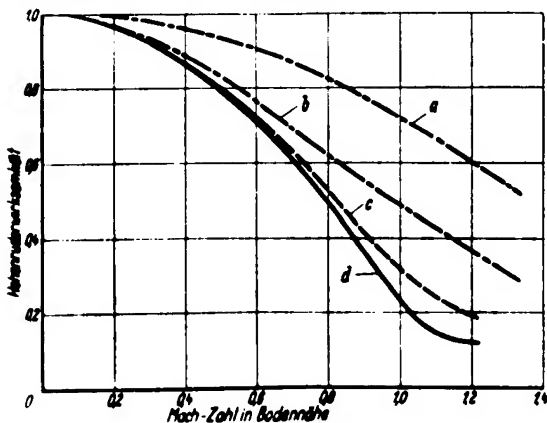


Bild 5. Änderung der Höhenruderwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung; Anteil der Einwirkungen auf den Abfall der Höhenruderwirkung mit der Mach-Zahl

- a Einfluß der Leitwerkselastizität
- b Wie Rumpfflügelung
- c Wie Änderung des Höhenruderantriebes $\frac{d\alpha}{d\alpha}$ und der Druckpunktlage des Höhenruderauftriebes
- d Wie Einfluß der Änderung des Höhenruderauftriebes



4

Kraftsteuerungen notwendig werden, bei denen die Steuerkräfte künstlich erzeugt werden müssen. Wenn wir auch große Erfahrungen im Bau solcher Steuerungen besitzen, so müssen doch noch sehr viele Forschungs- und Entwicklungsarbeiten geleistet werden, ehe eine derartige Steuerung in einem Flugzeug eingesetzt werden kann.

Bekanntlich muß mit wachsender Fluggeschwindigkeit die Dicke des Flügelprofils kleiner werden, um die Widerstände in erträglichen Grenzen zu halten. Bei einer Mach-Zahl von über 2 darf hierbei die Dicke höchstens 3% der Flügeltiefe betragen (Bild 6). Die Oberfläche muß eine hervorragende Güte erhalten und darf sich durch die während des Fluges auftretenden Beanspruchungen nicht verformen. Diese beiden Forderungen verlangen, daß die Flügel aus besonders großen, starken Metallplatten integral (aus dem Vollen) herausgefräst werden, so daß die erforderliche Steifigkeit und Oberflächengenauigkeit erreicht wird. Bei einem Verkehrsflugzeug, bei dem der Kraftstoff auf keinen Fall im Rumpf untergebracht werden kann, müssen diese Flügelräume auch gleichzeitig als Kraftstoffbehälter dienen.

Schwierig dürfte auch die Konstruktion und die Auswahl der Werkstoffe für die Flügelschale sein. Bekanntlich erwärmt sich die Luft nicht nur im Staupunkt, sondern infolge der Oberflächenreibung auch ganz erheblich in der Grenzschicht (Bild 7), und zwar bei den in Frage kommenden Geschwindigkeiten bereits so stark, daß bei Durallegierungen ganz erhebliche Festigkeitsabminderungen eintreten würden.

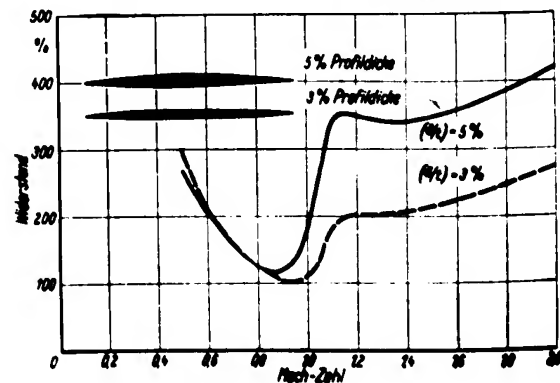
Das setzt dann wieder voraus, daß eine intensive Kühlung einsetzen muß, für die als Kühlmittel nur die als Kraftstoff mitgenommene Flüssigkeit dienen kann. Eine einfache Durchrechnung zeigt aber hier, daß, selbst wenn man den Kraftstoff sich dabei soweit erwärmen läßt, daß er bereits in verdampfter Form in die Brennkammer eintritt, der Kraftstoff ohne eine sehr sorgfältige Wärmeisolation als Kühlmittel nicht ausreichen würde. Für die Atemluft in der Kabine müssen besondere Klimaanlage mit Kühlturbinen geschaffen werden.

Besonders schwierig ist die Kühlung der an den Triebwerken selbst befestigten Geräte und des im Triebwerk umlaufenden Schmierstoffes.

Bei der Umsetzung der kinetischen Energie der Luft im Diffusor in Druck erwärmt sich die Luft so stark, daß der Kühlluftstrom für die Geräte in einem Wärmetauscher, der mit Kraftstoff gekühlt wird, vorher erst selbst gekühlt werden muß.

Am schwierigsten wird aber die Lösung der Triebwerksfrage selbst zu erreichen sein. Bei Mach-Zahlen von wenig mehr als 1,5 wird es nämlich praktisch unmöglich, mit reinen Turbinen-Strahltriebwerken mit einigermaßen erträglichem Gewicht den er-

Bild 6. Einfluß der Profildicke auf den Flügelschub bei 5% und 3% Profildicke



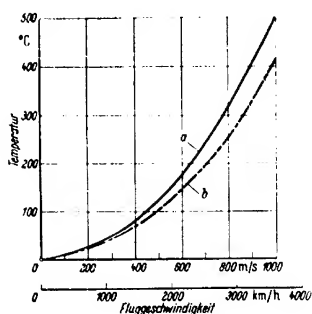


Bild 7. Aufheizung im Staupunkt und Erwärmung an der Oberfläche eines Flugzeuges infolge der Abbremsung der Luft; Wärmeäquivalent der kinetischen Energie der Luft

$$1T = \frac{\rho v^3}{2gc} \quad \frac{v^3}{2000} \quad \frac{v^3}{m/s}$$

- a) Aufheizung im Staupunkt $1T = 2000$
 b) Erwärmung der Oberflächen des Flugzeuges
 $1T = 2420$

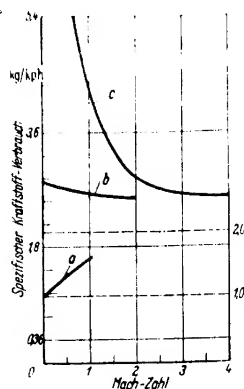


Bild 8. Spezifischer Kraftstoffverbrauch in kg/kph von Turbinen-Strahltriebwerken (a), Turbinen-Staustahltriebwerken (b) und (c) bei reinen Staustahltriebwerken in der Stratosphäre in Abhängigkeit von der Flug-Mach-Zahl (nach E. Sänger)

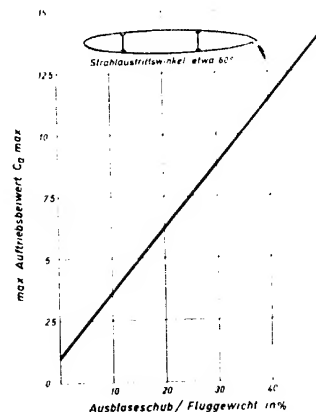


Bild 9. Erhöhung des Maximalauftriebes durch Ausblasen von Luft an der Flügelhinterkante

forderlichen Schub zur Überwindung der immer weiter ansteigenden Widerstände aufzubringen. Das ist leicht erklärlich; die steigende Erwärmung im Diffusor ermöglicht nämlich nur sehr geringe Kraftstoffmengen zu verbrennen, weil sonst die Temperatur vor der Turbine zu hoch würde. Außerdem sinkt bei gleicher Drehzahl infolge dieser höheren Lufttemperatur auch noch das sekundlich durchgesetzte Luftgewicht, was ja ebenfalls ein Maß für den Schub ist. Es wird also nötig, Turbinen-Staustahltriebwerke sehr hoher Leistungen zu entwickeln, d. h. Geräte, die im unteren Geschwindigkeitsbereich hauptsächlich als Turbinenstrahltriebwerke arbeiten und im Überschallflug als reine Staustahltriebwerke.

Da aber derartige Triebwerke bei Mach-Zahlen von rd. 2,0 auch ungünstiger werden als reine Staustahltriebwerke, wird es vielleicht zweckmäßiger sein, diese Flugzeuge durch besondere Startbeschleuniger, die ebenfalls erst noch entwickelt werden müssen, auf Überschall zu beschleunigen und dann mit Staustahltriebwerken fliegen zu lassen.

Da bei allen diesen Triebwerken für Mach-Zahlen von 1,5 und darüber spezifische Kraftstoffverbräuche von rd. 2,5 kg/kph und mehr vorhanden sind (Bild 8), wird die Reichweite ganz erheblich zurückgehen, wenn es nicht gelingt, den Flug in so große Höhen zu verlegen, daß die absoluten Kraftstoffverbräuche wieder tragbar werden. Das ist aber eine Frage, wie weit sich die Schubleistung eines Triebwerkes pro Tonne Gewicht und pro m² Stirnfläche steigern läßt. Selbstverständlich würde die Ausnutzung der Kernenergie hier besondere Vorteile bieten, und in allen wichtigen Luftfahrt-Triebwerksentwicklungszentren sind heute bereits besondere Entwicklungsstellen gebildet worden, die sich ausschließlich mit der Anwendung der Kernenergie für Luftfahrt-Triebwerke befassen.

Wenn nun all diese Fragen gelöst sein würden, so wäre doch eine der wichtigsten noch nicht gelöst, nämlich die Frage der Starts und der Landung.

Bekanntlich ist mit der Zunahme der Reisegeschwindigkeit auch gleichzeitig die Abhebe- bzw. Landegeschwindigkeit angewachsen

und damit auch die Länge der erforderlichen Startbahnen. Unglücklicherweise haben aber Profile, die für den Überschallflug geeignet sind, ganz besonders schlechte Auftriebs Eigenschaften. Man hat sich zwar bemüht, durch besondere Vorflügel und Nasenklappen und ganz besonders komplizierte Landeklappen diesen Übelstand abzuheben, aber auch die mit solchen Landehilfen erreichbaren Kleinstgeschwindigkeiten blieben unbefriedigend. Die Konstrukteure der ganzen Welt arbeiten deshalb seit längerer Zeit an einer ganzen Reihe von Verfahren, um von den dadurch bedingten überdimensionalen Flugplätzen wegzukommen. Unter diesen neuen Methoden hat besonders das Senkrecht-Start- und -Landeverfahren größeres Interesse gewonnen.

Erst in jüngster Zeit wird aber ein Verfahren wieder erprobt und angewendet, das bereits früher - wenn auch nicht in seiner ganzen Tragweite - erkannt worden war:

Bekanntlich kann man ja sowohl durch Absaugen wie auch durch Ausblasen von Luftmengen die Auftriebsverteilung und damit auch den Gesamtauftrieb erheblich verändern. Während man früher wegen der kleineren hierfür erforderlichen Luftmengen, hauptsächlich den ersten Weg gegangen ist, bestehen aber beim Strahltrieb besonders gute Voraussetzungen, auch den zweiten Weg erfolgreich anzuwenden. Eine besonders gut geeignete Stelle für den Luftaustritt ist hierbei die Hinterkante des Profils (Bild 9).

Bei allerdings sehr großen Luftmengen läßt sich hierbei der Auftrieb für ein gegebenes Profil bis auf den 15fachen Betrag steigern, und selbst gegenüber der besten bisher bekannten Landehilfe wurden etwa 8- bis 10mal bessere Werte gemessen. Hinzu kommt noch, daß diese Höchstauftriebe bei sehr kleinen Anstellwinkeln auftreten, also nicht erforderlich machen, daß der Flugzeugführer bei Start und Landung extreme Fluglagen einsteuern muß.

Da besonders bei Überschallflugzeugen sehr große Luftmengen aus den Strahltriebwerken zur Verfügung stehen würden und der Strahlaustritt aus der Hinterkante ebenfalls vorkommt, so



Bild 10. Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug IL 14 P

mäßig nicht ungünstig ist, scheint hier ein Mittel vorzuliegen, mit dem auch bei höchsten Fluggeschwindigkeiten doch noch für den Flugbetrieb tragbare Start- und Landestrecken möglich gemacht werden können.

Wie wir aus dem Vorhergesagten erschen können und, ohne auch nur im geringsten auf die ebenfalls noch erheblich weiterzuentwickelnden Luftfahrtgeräte überhaupt eingegangen zu sein, erkennen wir, daß wir überall erst am Anfang einer neuen Epoche der Entwicklung stehen und daß von unserer Seite ungeheure Anstrengungen gemacht werden müssen, wenn wir mit dieser Entwicklung Schritt halten, und noch größere, wenn wir selbst mit zu weiteren Erfolgen beitragen wollen.

Wozu diene nun dieser Ausblick auf die in nicht allzu ferner Zeit anlaufenden Perspektivaufgaben der Flugzeugindustrie? Es wurde versucht aufzuzeigen, daß einmal die Entwicklung des Flugzeugbaues noch lange nicht abgeschlossen ist und daß zum

anderen sich bereits heute Wege abzeichnen, auf denen eine erfolgreiche Weiterentwicklung auch in der Zukunft denkbar ist. Es sollte aber auch klargelagt werden, daß die Probleme im Flugzeugbau nicht kleiner werden, sondern mit Fortschreiten der Entwicklung selbst größer werden und zu immer größerem Einsatz von Mitteln zwingen.

Mit dem erfolgreich begonnenen Nachbau der IL 14 P (Bild 10) haben wir erst die unterste Etappe der Entwicklung erreicht. Wenn wir damit auch die Sofortbedürfnisse der Deutschen Luftflotte befriedigen werden, so müssen wir doch alles daransetzen, die zweite Etappe ebenfalls schnell zu erreichen, um durch den Bau von schnellen Turbinenstrahl- und Propellerturbinen-Verkehrsflugzeugen auch den Flugverkehr auf den mittleren Flugstrecken mit eigenen Flugzeugen zu beschleunigen und darüber hinaus mit diesen Flugzeugen einen wichtigen Exportartikel zu schaffen.

Diese Entwicklung wird unsere ganze Kraft beanspruchen, aber wir dürfen über diesen Aufgaben nicht das große Ziel aus den Augen verlieren. Wir glauben und wir werden dieses Ziel auch ohne den Bau von Kampfflugzeugen erreichen, der in der Bundesrepublik jetzt leider beginnt. Gemeinsam mit unseren Brüdern im Westen würden wir das Ziel viel leichter erreichen; auch aus diesem Grunde ist die Wiedervereinigung unseres Vaterlandes von großer Bedeutung.

Glücklicherweise werden wir auch weiterhin für die kommende Entwicklung die tatkräftige Unterstützung der Sowjetunion besitzen und durch die freundschaftliche Koordinierung aller Aufgaben auf dem Gebiete der Forschung und Entwicklung und beim Bau von Flugzeugen, Triebwerken und Geräten innerhalb der Länder der Volksdemokratie den auf uns entfallenden Anteil in für die Deutsche Demokratische Republik erträglichen Grenzen halten können.

Hu 101

Warum Windkanäle?

Von Dipl.-Ing. O. Everling

Von dem bekannten Aerodynamiker Th. v. Kármán wird erzählt, er hätte einem seiner strömungstechnischen Bücher das Motto voranstellen wollen: Die Luft ist ein Aas! Jeder, der mit Strömungsfragen zu tun hat, wird schon einen ähnlichen Seufzer ausgestoßen haben, wenn die Luft sich wieder einmal nicht so verhielt, wie er es erwartet hatte. Trotz der sehr intensiven theoretischen Bemühungen und der unbestreitbar gewaltigen Fortschritte in der mathematisch-rechnerischen Strömungsforschung gibt es bei jeder Neuentwicklung Überraschungen. Und weil gerade im Flugzeugbau der Kampf um die letzten Prozente an Wirkungsgrad und Leistung so unerbittlich geführt werden muß, wenn man Schritt halten will, sind solche Überraschungen doppelt unangenehm.

Was hilft uns nun aus dieser Schwierigkeit? Als der Menschenflug noch ein unerfüllter Traum war, aber technisch erfüllbar schien, da beschäftigten sich an vielen Stellen ernsthaft forschende Männer mit diesem Problem. Sie beobachteten unser Vorbild in der Natur, den Vogelflug, und machten sich theoretisch ordnende Gedanken darüber. Aber die Ansätze, die die Theorie damals liefern konnte, führten zu so wirklichkeitsfernen Ergebnissen, daß sie keine Hilfe bedeuteten. Also griff man zur bewährtesten Naturbeobachtung, nämlich zum Versuch.

Da wurden Vogelflügel oder ähnliche Gebilde auf Rundlaufapparaten oder im freien Modellflug untersucht, und es ergaben sich die ersten Erfahrungen über die Kräfte, die die Luft auf solche Flächen ausübt. Da wagten es mutige Männer, selbst mit derartigen Geräten Gleitflüge zu unternehmen, allen voran der im Jahre 1896 tödlich verunglückte Otto Lilienthal. Sein Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ enthält schon eine Fülle wohlgeordneten Beobachtungsmaterials. Aber es fehlte noch die Möglichkeit, ohne Risiko und unabhängig von Wetter und Wind die Eigenschaften der Fluggeräte zu untersuchen.

Hier führte eine wichtige Erkenntnis weiter: Es ist gleichgültig, ob sich ein Körper gegen die ruhende Luft bewegt oder ob Luft gegen einen ruhenden Körper strömt, die Kraftwirkungen sind in beiden Fällen die gleichen. Damit war der Weg gewiesen für das wichtigste Forschungsmittel der Aerodynamik, für den Windkanal. Er dient dazu, einen gleichförmigen Windstrom gegen ein Modell zu blasen, das an einer Waage verstellbar befestigt ist und so die Luftkräfte eindeutig zu messen gestattet.

Der Bau der ersten Windkanäle begann etwa zu der gleichen Zeit, als die ersten Motorflüge stattfanden und überall die Flugbegeisterung anschwellte. In Paris war es Eiffel, in Göttingen Prandtl, in Moskau Shukowski und in anderen Ländern andere

Pioniere der Luftfahrtwissenschaft, die Windkanäle errichteten, und bald liefen in allen Fliegerei treibenden Staaten solche Anlagen. Dabei wurden verschiedene Bauarten entwickelt, deren Hauptmerkmale hier kurz angegeben seien.

Zweck des Windkanals ist es, einen möglichst gleichmäßigen Luftstrom von nicht zu kleiner Geschwindigkeit gegen ein Modell zu blasen, das an einer Wägeeinrichtung befestigt wird, so daß man die Luftkräfte messen kann. Eiffel entwickelte die sogenannte französische Bauart (Bild 1). Bei ihr befindet sich die Meßstrecke *a*, in der das Modell aufgehängt wird, in einer Kammer *g*; in diese Kammer mündet auf der einen Seite die Düse *d* mit dem Gleichrichter *f*, auf der anderen der Auffangtrichter mit anschließendem Diffusor *e* und dem antreibenden Luftschraubenartigen Gebläse *c* mit Elektromotor. Wenn das Gebläse läuft, saugt es die Luft durch den Diffusor *e* aus der Kammer *g*, die sich wieder durch die Düse *d* mit Luft füllt. Die nachströmende Luft bildet einen Strahl, der durch die Meßstrecke *a* in den Auffangtrichter strömt. Die Kammer *g* erhält dabei Unterdruck, der um so stärker ist, je schneller die Luft strömt, und sie muß fest genug gebaut sein, um den Unterdruck aushalten zu können. Er ist zwar nicht sehr groß (100 mm Wassersäule oder $\frac{1}{100}$ at bei 40 m/s oder 144 km/h und 300 mm WS oder etwa $\frac{1}{30}$ at bei 70 m/s oder 250 km/h), aber die Meßkammern haben, besonders bei größeren Kanälen dieser Bauart, den Umfang ganzer Häuser und kosten einigen Bauaufwand. Der größte Nachteil dieser Bauart ist aber, daß die Luft immer wieder neu beschleunigt werden muß und daß daher der Leistungsbedarf dieser Kanäle sehr groß ist.

Verwandt mit dieser Bauart ist die sogenannte englische (Bild 2), die ebenfalls die Luft immer wieder neu in Bewegung setzen muß, aber auf eine besondere Meßkammer verzichtet. Sie besitzt eine „geschlossene“ Meßstrecke, die von Wänden eingeschlossen ist und unter dem gleichen Unterdruck steht wie die Kammer bei der Eiffel-Bauart. Das hat den Nachteil, daß man an das Modell nicht direkt heran kann.

Am meisten verbreitet ist die deutsche oder Göttinger Bauart (Bild 3), die eine offene Meßstrecke, aber keine Unterdruckkammer besitzt. Bei ihr wird die vom Gebläse *c* in Bewegung gesetzte Luft durch das Kanalrohr *b*, den Gleichrichter *e* und die Düse *f* in die Meßstrecke *a* geblasen, um durch den Auffangtrichter über Umlenktafeln *d* dem Gebläse wieder zuzuströmen. Zwar bedeutet das Kanalrohr zum Zurückführen der Luft einen erheblichen Bauaufwand, aber weil die bewegte Luft wieder aufgefangen wird, muß sie nicht stets aus der Ruhe neu beschleunigt werden, und die erforderliche Antriebsleistung ist viel kleiner als bei den vorhergenannten Bauarten. Dieser wesentliche Vorteil ist der Hauptgrund für die weite Verbreitung gerade der Göttinger Bauart.

Während um 1910 die Kanalleistungen noch unter 100 PS lagen, stiegen sie alle 12 Jahre mit erstaunlicher Gleichmäßigkeit auf das Zehnfache, so daß die größten Kanäle um das Jahr 1950 über 100000 PS erforderten. Diese gewaltigen Leistungen können natürlich nicht mehr aus dem Kraftnetz entnommen werden, sondern verlangen den Bau besonderer Kraftwerke.

Da ein Kanal bei doppeltem Durchmesser die vierfache Leistung und bei doppelter Geschwindigkeit die achtfache Leistung verlangt, ist auch die Ursache der riesigen PS-Zahlen erkannt. Sie liegt in der Vergrößerung und der höheren Geschwindigkeit der Kanäle. Während der erste Kanal von Prandtl in Göttingen (1907) bei 1,2 m Durchmesser und 30 m/s Geschwindigkeit ganze 35 PS gebrauchte, besitzt der größte bekannt gewordene Kanal 18 m Durchmesser und 110 m/s Geschwindigkeit. Er verschlingt 150000 PS! Ein anderer, „nur“ 8 m großer Kanal mit über

300 m/s, das sind über 1100 km/h, bringt es immerhin auf 110000 PS.

Was veranlaßt nun den Bau so riesiger und kostspieliger Anlagen? Man fand bald heraus, daß noch so sorgfältige Messungen an kleinen Modellen und bei kleinen Geschwindigkeiten nicht die Luftkräfte ergaben, die am großen Flugzeug mit seinen höheren Geschwindigkeiten wirklich auftreten. Das ist den Modellflugzeugbauern wohl bekannt. Sie wissen, daß man ein Flugzeug nicht einfach verkleinert kopieren kann, sondern daß jeder Größenbereich seine eigenen Gesetze besitzt. Aber bis man das heraus hatte, mußte viel Lehrgeld bezahlt werden. Rein theoretisch konnte man leider die Modellergebnisse nicht immer genau genug auf die Großausführung umrechnen, und es entstand das Bedürfnis nach Versuchen in immer größerem Maßstab. Diese sind nicht nur wegen der teuren Kanäle und des großen Stromverbrauchs kostspielig, sondern es müssen auch die großen Modelle wie Flugzeugteile konstruiert und gebaut werden, und etwa notwendige Änderungen sind sehr umständlich. Heute sind wir nach sorgfältiger Auswertung der Großversuche so weit, daß wir die meisten Eigenschaften des Flugzeugs und seiner Teile

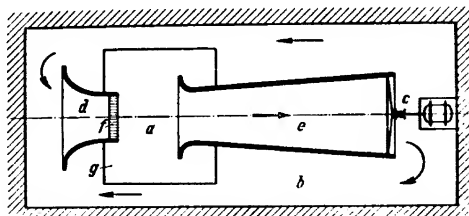


Bild 1. Französische Windkanal-Bauart

a Meßstrecke b offene Rückführung c Gebläse d Düse
e Diffusor f Gleichrichter g Unterdruck-Kammer

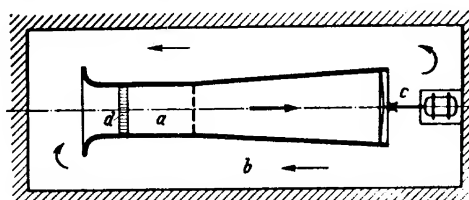


Bild 2. Englische Windkanal-Bauart

a geschlossene Meßstrecke b offene Rückführung c Gebläse
d Gleichrichter

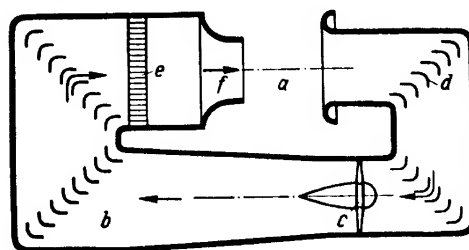


Bild 3. Deutsche Windkanal-Bauart

a offene Meßstrecke b Kanalrohr c Gebläse
d Umlenktafeln e Gleichrichter f Düse

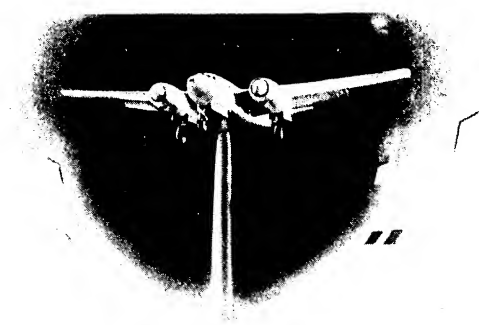


Bild 4. Modell eines zweimotorigen Flugzeuges von etwa $\frac{1}{4}$ der wirklichen Größe im 5,8-m-Überdruckwindkanal, drehbar montiert für Wendemomentmessungen.

aus Versuchen in kleinerem Maßstabe genau genug errechnen können. Daher wird wohl mit den genannten Kanälen das Anwachsen dieser Anlagen beendet sein.

Dafür gibt es noch einen weiteren Grund. Die moderne Meßtechnik erlaubt es uns, Versuche an unbemannten frei fliegenden Modellen zu machen. Diese Modelle funkten die gewünschten Meßwerte zur Bodenstelle, und man kann also nach eingehenden Versuchen in einem nicht allzu großen Windkanal ein fliegendes Modell bauen und dessen Verhalten prüfen, ohne dabei das Leben eines Piloten zu gefährden und ohne einen allzu großen Bauaufwand treiben zu müssen. Man umgeht also die Messung in einem Riesenkanal.

Außer der Größe der Modelle war es mit fortschreitender Entwicklung der Fliegerei immer mehr die wachsende Fluggeschwindigkeit, die die Kanalversuche ungenau werden ließ. Daher wurden die Kanäle, wie der zweite genannte Großkanal zeigt, auch immer schneller. Hier setzt nun die Annäherung an die Schallgeschwindigkeit der Übertragung von Versuchsergebnissen eine unübersteigbare Grenze entgegen, wenn sie nicht mit der gleichen Geschwindigkeit ermittelt wurden. Das beginnt schon bei den heute bereits mit Verkehrsflugzeugen geflogenen Geschwindigkeiten von etwa 250 m/s oder 900 km/h. Fragen für diese und noch schnellere Flugzeuge können zwar in langsameren Kanälen vorgeklärt, aber erst in gleich schnellen Kanälen endgültig entschieden werden. Über Hochgeschwindigkeitskanäle wird ein anderes Mal berichtet werden.

Man kann auch in einem kleineren und langsameren Kanal die Verhältnisse der Großanordnung recht gut wiedergeben, wenn man in ihm Druckluft umströmen läßt (Bild 4). So hat man ganze Kanäle, deren Form dem natürlich angepaßt werden mußte, unter einen Überdruck von 20 at gesetzt und damit gute Ergebnisse erzielt, ohne allzu große Leistungen aufwenden zu müssen. Aber unbequem ist die Messerei im Überdruck dennoch. Selbst mit Wasserströmung hat man einige Fragen klären können, welche die Luftströmung betrafen.

Es sind nicht nur Neuentwicklungen ganzer Flugzeuge, die die Kanäle beschäftigen, oder ihre Einzelteile, wie Flügel und ihre Profile, Leitwerke, Klappen, Kühlerverkleidungen, Anbauten usw., sondern es sollen auch Meßgeräte geeicht oder neue Rennwagenverkleidungen entwickelt werden. Selbst die Werften wenden sich an die Windkanäle, wenn sie z. B. die Frage klären wollen, wie sie die Schornsteine an den Fahrgastschiffen ausbilden müssen, damit die Passagiere auf dem Oberdeck nicht bei Seitenwind vom Rauch belästigt werden.

Die Windkanalmesstechnik hat sich zu einem besonderen Zweig der Luftfahrtforschung entwickelt. Sie muß nicht nur die besten Wege suchen, um die Modelle so zu befestigen, daß die Aufhängung zwar die notwendigen Meßkräfte überträgt, aber möglichst geringen Einfluß auf das Meßergebnis besitzt, sie muß auch unter den verschiedenen Meßverfahren das zweckmäßigste auswählen können und vor allem die Übertragbarkeit der Ergebnisse genau beurteilen können. Auch der Windkanal-Meßtechniker darf nicht nur seine enge Spezialaufgabe sehen, er muß, wie alle anderen Mitarbeiter an der Flugzeugentwicklung, den Blick auf das Ganze richten, und er soll möglichst auch die Sorgen des Flugmechanikers, des Statikers und des Gerätemannes kennen und begreifen, damit in der Zusammenarbeit ein Flugzeug aus einem Guß entsteht, das seine Aufgaben mit Erfolg durchführen kann. Wir in der Fliegerei können uns noch weniger als andere Industriezweige leisten, auch nur ein einziges Prozent an Gewicht oder Geschwindigkeit, das wir gewinnen können, zu verschenken, und wir sind mehr noch als andere verpflichtet, die Sicherheit allem anderen voranzustellen. Dann bei uns kann das kleinste Versagen Menschenleben kosten, gleichgültig, ob es am Reißbrett, in der Werkstatt oder bei den Vorversuchen im Windkanal sich einschleicht.

Warum Windkanäle? Die vielfältigen hier nur angedeuteten Aufgaben beweisen ihre Notwendigkeit, und sie zeigen auch, daß man sie beide braucht, die großen und die kleinen, wenn man Schritt halten will in der stürmischen Entwicklung der Luftfahrt.

Ein 1940

Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug IL 14P

Die auf der zweiten Umschlagseite dieses Heftes im Bild gezeigte IL 14 P ist für den Einsatz auf mittleren Luftverkehrsstrecken vorgesehen. Als Tiefdecker ausgebildet und in Ganzmetallbauweise ausgeführt, besitzt das Flugzeug einen geräumigen Rumpf zur Aufnahme von sechsundzwanzig Fluggästen und fünf Personen als Besatzung. Die wichtigsten technischen Kennwerte sind:

Abmessungen

Spannweite 31,7 m
Länge 21,3 m
Höhe 7,9 m
Tragflächeninhalt 100 m²

Gewichte (Ausführung für 26 Fluggäste)

Rüstgewicht 12 100 kg
Zuladung 4 400 kg
Fluggewicht 16 500 kg

Leistungen

Wirtschaftliche Reisefluggeschwindigkeit 320 km/h
Einsatzstrecke 1500 km
Dienstgipfelhöhe 7000 m

Der Reiseflug kann bei Ausfall eines Motors ohne Gefahr einmotorig fortgeführt werden.

Ein 1940

Festigkeitsfragen im Flugzeugbau

Von Obering, W. Günther

Ein Flugzeug ist bei Start, Landung und während des Fluges Beanspruchungen unterworfen, denen es ohne Beschädigung widerstehen muß. Es muß also genügend Festigkeit und Steifigkeit besitzen. Eine andere Forderung ist, daß das Flugzeug so leicht wie nur irgend möglich sein soll. Um diese drei Forderungen — fest, steif und leicht — zu realisieren, ist bei der Konstruktion des Flugzeuges ein großer Berechnungs- und Versuchsaufwand notwendig.

Die Festigkeitsforderungen, denen ein Flugzeug während des Betriebes gewachsen sein muß, sind in den Festigkeitsvorschriften festgelegt. Diese sind auf Grund von theoretischen Überlegungen, praktischen Erfahrungen, Windkanal-Untersuchungen und Beanspruchungsmessungen während des Betriebes entstanden.

Grundlegende Daten für die Festigkeitsberechnung eines Flugzeuges sind das sichere Lastvielfache n_{st} , der Staudruck q und die Sicherheitszahl gegen Bruch j .

Das sichere Lastvielfache ist der Faktor, mit dem das Fluggewicht multipliziert werden muß, um den Beanspruchungszustand zu erreichen, der beim Abfangen des Flugzeuges bzw. bei einer Böe maximal am Flugzeug auftreten kann.

Das sichere Lastvielfache kann einmal während des Abfangens eines Flugzeuges durch Höhenruderbetätigung des Piloten oder aber auch durch eine plötzliche vertikale Bewegung der Luft, d. h. durch Böenwirkung, auftreten. Als Staudruck bezeichnet man den Überdruck, der bei voller Stauung einer Luftströmung von der Dichte ρ und der Geschwindigkeit v entsteht.

Der Staudruck errechnet sich nach der Formel $q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$, worin ρ die Dichte der Luft und v die Geschwindigkeit des Flugzeuges in m/s bedeuten. Wichtig ist weiterhin, welche Sicherheitszahl anzusetzen ist. Die Sicherheitszahl gegen Bruch ist der Faktor, mit dem der sichere Beanspruchungszustand multipliziert werden muß, um den Zustand zu erreichen, bei dem das Flugzeug zerbrechen darf. Diese Sicherheitszahl soll verschiedene Einflüsse decken, wie ungenaue Lastannahmen, ungenaue Kräfteermittlung, ungenaue Erfassung der Spannungen, Fehler im Werkstoff, Fehler in der Herstellung und bei der Kontrolle. Die Größe dieser Sicherheit gegen Bruch ist, abgesehen von gewissen Ausnahmen, $j = 1,5$.

Damit sich das Flugzeug im Betrieb, d. h. bei Auftreten der sicheren Last, nicht bleibend verformt, besteht in den Festigkeitsvorschriften noch die Forderung, daß bei den Lastannahmen ein Last keine bleibenden Verformungen zurückbleibt, d. h. das Material bei dieser Last nur bis zur Streckgrenze beansprucht werden darf.

Unter Zugrundelegung der in den Festigkeitsvorschriften festgelegten Lastannahmen werden die im Rumpf, Flügel, Leitwerk und Fahrwerk wirkenden Kräfte rechnerisch ermittelt und die einzelnen Bauteile bemessen, d. h. es werden die notwendigen Wanddicken jedes einzelnen Bauteiles mit Hilfe der Festigkeitslehre des Leichtbaues rechnerisch ermittelt. Zur Kontrolle werden jedoch Belastungs- bzw. Bruchversuche mit verschiedenen Bauteilen gemacht. Es gibt aber auch eine Reihe von dünnwandigen Flugzeugbauteilen, z. B. gekrümmte Rumpfschalen oder ebene Tragwerksschalen, die einer genauen Rechnung noch nicht zugänglich sind. Hierfür werden umfangreiche Versuche gemacht, um die zulässigen Belastungen zu ermitteln und um Unterlagen für die Erarbeitung von neuen Berechnungsmethoden zu erhalten. Neben der Feststellung der Bruchlast werden bei diesen Versuchen wichtige Erkenntnisse über das Auftreten von Beulen und Falten gewonnen.

Ein wichtiges Bauelement ist der ebene Blechträger. Er wird zur Übertragung von Querkraften in Flügeln, Leitwerken und Rümpfen verwendet. Er kann für die geforderte Last als Schubfeld oder als Zugfeldträger ausgebildet werden. Als Schubfeld bezeichnet man ihn, wenn er die geforderte Last überträgt, ohne auszubeulen, d. h. ohne Falten zu werfen; er wird Zugblechträger genannt, wenn er vor Erreichen der geforderten Last ausbeult, d. h. sich in Falten legt. Ob der Blechträger als Schubfeld oder als Zugfeld ausgebildet wird, hängt von der geforderten Beulsteifigkeit ab.

Das die Querkraft übertragende Element des Blechträgers ist ein Stegblech. Zur Erhöhung der Beulast werden in gewissen Abständen Pfetten aufgenietet. Je dicker das Stegblech bzw. je enger die Pfetten gesetzt werden, um so später bilden sich Falten aus, d. h. um so größer ist die Beulast, um so größer ist aber auch das Gewicht des Blechträgers. Das Gewicht des Flugzeuges zur Erreichung von optimalen Leistungen über so klein wie möglich sein muß, ist es erforderlich, auch

Bild 1. Beginn der Faltenbildung bei einem Blechträger

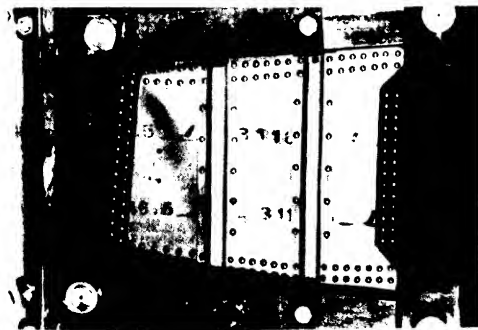
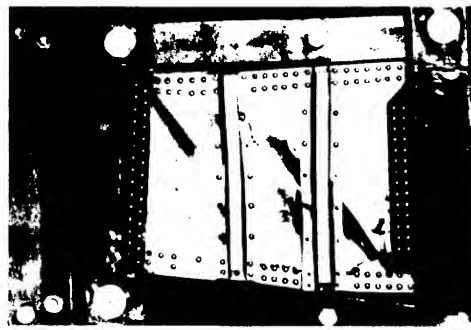


Bild 2. Aussehen eines Blechträgers nach dem Bruch. A black and white photograph showing the same rectangular metal plate after complete failure. Large, pronounced folds and buckles are visible across the surface, showing significant permanent deformation.



Beulsteifigkeit des Stegbleches nur so hoch zu fordern, wie es gerade eben notwendig ist.

Blechträger zur Übertragung von Querkräften werden auch z. B. im Kranbau verwendet. Jedoch wird dort das Stegblech als Schubfeld ausgebildet. Lediglich im Flugzeugbau hat sich der Zugfeldträger aus Gewichtsgründen eingebürgert.

Bild 1 zeigt einen Blechträger mit zwei Pfetten, die als Hutprofile ausgebildet sind, wobei die Wanddicke der Pfetten 2 mm beträgt. Das Stegblech beginnt gerade, sich unter der aufgetragenen Last zwischen den Pfetten in Falten zu legen. Bei weiterer Steigerung der aufgetragenen Last vertiefen sich die Falten in den einzelnen Feldern. Die Pfetten verhindern zunächst das Ausbreiten der Falte eines Feldes in das Nachbarfeld. Erst nach Versagen der Pfette oder ihrer Vernietung mit dem Blechfeld hat die Falte die Möglichkeit, sich in das Nebenfeld zu erstrecken.

Bild 2 zeigt den Blechträger im Augenblick des Bruches. Die am Blech liegenden Schenkel der Pfetten sind im Bereich der durchgehenden Falte verbogen und die Pfettennietung ist zerstört. Das Stegblech ist in der oberen linken Ecke senkrecht zur Faltenrichtung und weiter in dem durch die Randnietung geschwächten Blechquerschnitt gerissen.

Der mittlere Querschnitt des Stegbleches betrug in dem beschriebenen Versuch $F = 2700 \text{ mm}^2$. Die Last bei Beginn der Faltenbildung betrug 35000 kg, die Last beim Bruch 40000 kg.

Zur Übertragung der Querkräfte werden im Rumpf gekrümmte Blechträger verwendet, die gleichzeitig die Rumpfsseitenwand, Rumpfoberseite und Rumpfunterseite darstellen und als Schalen bezeichnet werden; gekrümmte Blechträger sind ähnlich aufgebaut wie ebene Blechträger. Die Pfetten können dabei in Umfangsrichtung der Krümmung oder senkrecht dazu angeordnet sein. Im ersten Fall sind die Pfetten gekrümmt, im zweiten Fall gerade. Vergleicht man einen gekrümmten Blechträger mit einem ebenen Blechträger gleicher Höhe, gleicher Blechdicke und gleichem Pfettenabstand unter Last, so beult der gekrümmte Träger erst bei höheren Lasten,

Wenn jedoch die Falten sich einmal ausgebildet haben, so gibt es früher bleibende Falten als bei ebenen Trägern. Die Bilder 3 und 4 zeigen eine Rumpfschale mit enger Pfettenteilung. Die Pfetten sind als Z-Profile ausgebildet mit einer Wanddicke von 1,5 mm; die Blechdicke des Hautbleches beträgt ebenfalls 1,5 mm. Der Querschnitt des Hautbleches ist $F = 1500 \text{ mm}^2$. Bei dem gezeigten Versuch begann das Blech bei einer Last von 15000 kg zu beulen, während der Bruch bei einer Last von 21000 kg erfolgte. Hierbei bildete sich eine besonders ausgeprägte Falte aus, die dann eine Anzahl von Pfetten zum Ausknicken brachte.

Durch die laufend höher werdenden Anforderungen an ein modernes Flugzeug müßten die Rüstgewichte der Flugzeuge laufend steigen. Um aber trotzdem noch genügend Nutzlast mitnehmen zu können, werden die größten Anstrengungen gemacht, um die Rüstgewichte in tragbaren Grenzen zu halten. Aus diesem Grunde strebt man neben der Forderung nach besseren Fertigungsmöglichkeiten immer neue, hinsichtlich des Gewichtes bessere Bauweisen an. Zur Ermittlung der günstigsten Bauweise müssen jedoch sehr viele Versuche gemacht werden; dabei werden die Wanddicken der Behälter wie auch die der Pfetten

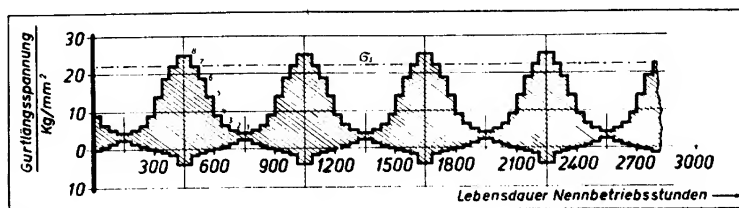


Bild 5. Belastungszyklus für einen Leitwerksträger

und die Pfettenteilung verändert. Es wird auch bei Rümpfen mit Fensterausschnitten eine Reihe von Versuchen gemacht, um zu ermitteln, ob die gewählte Fensterkonstruktion den Festigkeitsanforderungen entspricht.

Wenn ein Flugzeug nun auf statische Festigkeit, d. h. auf eine einmal nur auftretende gedachte Höchstlast, ausreichend bemessen worden ist, so steht noch die Frage nach der mit dieser Konstruktion erreichbaren Lebensdauer offen. Von modernen Verkehrsflugzeugen wird eine Lebensdauer von 20000 bis 30000 Betriebsstunden verlangt.

Da heute die Lehre von der Ermüdungsfestigkeit noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß man jedes Bauteil auf ausreichende Ermüdungsfestigkeit vorausberechnen kann, ist man zunächst noch vorwiegend auf ein ermüdungsfestigkeitsmäßiges Konstruieren und auf nachträgliche Versuche angewiesen. Vom Statiker und Konstrukteur muß also bei der Konstruktion der einzelnen Bauteile besonders darauf geachtet werden, daß keine Spannungsspitzen vorhanden sind.

Spannungsspitzen treten an zu plötzlichen Übergängen von einem Querschnitt in einen anderen, an zu eng sitzenden Nietlöchern, an Kerben, Bohrungen, Kratzern usw. auf. Die Spannungsspitzen rufen bei wiederholter Belastung nach einer gewissen Zeit eine vorzeitige Ermüdung des verwendeten Werkstoffes hervor. Es treten Anrisse an den betreffenden Stellen auf, die sich schnell vergrößern und dann bald zum Bruch führen. Dabei kommt es sehr auf den Werkstoff selbst an. Eine Durallegierung mit einer Bruchfestigkeit von 50 bis 60 kg/mm^2 ist hinsichtlich der Ermüdungsfestigkeit wesentlich gefährdeter als eine Durallegierung mit einer Festigkeit von nur 40 kg/mm^2 .

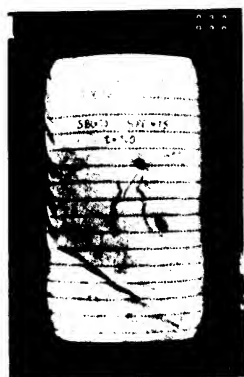


Bild 3. Außenseite einer Rumpfschale nach dem Bruch



Bild 4. Innenseite einer Rumpfschale nach dem Bruch

Wichtig ist nun die Frage, wie oft die Lasten auftreten und welche Größe sie haben. Ein Flugzeug ist im Betrieb Beanspruchungen unterworfen, die ihre Größe dauernd verändern; bei Start und Landung sind es die Rollstöße und in der Luft u. a. die Böenbeanspruchungen. Um zu wissen, wie oft und wie heftig z. B. Böen das Flugzeug beanspruchen, werden an fliegenden Flugzeugen Messungen ausgeführt. Diese werden dann ausgewertet und aus den Ergebnissen wird ein Belastungszyklus zusammengestellt, den man Versuchen mit festigkeitsgefährdeten Bauteilen zugrunde legt. Aus dem Zyklus (Bild 5) ist zu ersehen, wie oft und mit welcher Last das Bauteil belastet werden muß. Ein bestimmter Abschnitt ist gleichbedeutend mit einer bestimmten Betriebsstundenzahl.

Das zu untersuchende Bauteil, z. B. ein Leitwerkträger (Bild 6), wird an dem einen Ende in einer Vorrichtung fest gelagert und an dem anderen Ende durch dem Belastungszyklus entsprechende Kräfte belastet. Aus der Anzahl der ertragenen Lastwechsel bis zum Ermüdungsbruch kann man dann ermitteln, wie hoch die Lebensdauer des untersuchten Versuchsstückes ist. Kostspieliger als diese Ermüdungsversuche an einzelnen Bauteilen werden jedoch die Versuche, bei denen ganze Rümpfe und Flügel auf ausreichende Ermüdungsfestigkeit nachgeprüft werden müssen. Dies ist vor allem bei Flugzeugen notwendig, die mit druckdichten Kabinen ausgerüstet sind. Unfälle in den letzten Jahren mit dem englischen Flugzeug „Comet“ haben gezeigt, daß beim Auftreten von Rissen in der Beplankung der Kabine eine Katastrophe eintritt.

Um den Nachweis ausreichender Ermüdungsfestigkeit für druckdichte Rümpfe zu erbringen, ist man dazu übergegangen, den

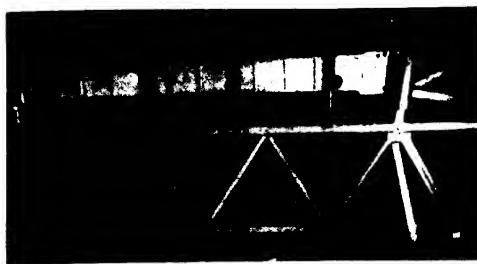


Bild 6. Versuchsaufbau für Ermüdungsversuche bei einem Leitwerkträger

zu untersuchenden Rumpf in einem Wassertank zu lagern, die Kabine selbst mit Wasser zu füllen und die in Wirklichkeit auftretenden Beanspruchungen durch Aufbringen des Kabineninnendruckes, durch Erhöhen der Wassersäule der Kabine und durch Aufbringen der sonst am Rumpf angreifenden Kräfte nach einem hierfür geeigneten Belastungszyklus nachzuahmen. Aus der Anzahl der ertragenen Lastwechsel bis zum Bruch kann man die Lebensdauer des betreffenden Rumpfes ermitteln.

Die Ermittlung der Lastannahmen und Kräfte, die Bemessung und der Nachweis der statischen Festigkeit sowie der Ermüdungsfestigkeit durch Rechnung und Versuch sind eine umfangreiche und schwierige Arbeit. Sie ist aber notwendig, um leicht, fest und steif zu bauen. Sie trägt dazu bei, die notwendige Sicherheit und optimale Leistung der Flugzeuge zu erreichen.

Flu 105

Die Messung der Dicke von Korrosionsschutzschichten nach dem Lichtschnittverfahren

Von Ing. H. Hauthal

Für die Beurteilung der Brauchbarkeit von Korrosionsschutzschichten ist neben anderen Faktoren die Kenntnis der Schichtdicke von wesentlicher Bedeutung. Das liegt einmal darin begründet, daß von der Dicke der Schicht ihre korrosionsschützende Wirkung abhängig ist und sich zum anderen bei den meisten in der Technik üblichen Oberflächenschutzschichten mit der Dicke auch ihr Gewicht erhöht; ein Umstand, der gerade im Flugzeugbau nicht unterschätzt werden sollte.

Gebräuchliche Methoden der Schichtdickenmessung

Die meßtechnische Erfassung von Schichtdicken bereitet gewisse Schwierigkeiten, die sich nicht zuletzt daraus ergeben, daß die zu messenden Werte sehr klein sind; sie bewegen sich oft nur in der Größenordnung einiger μ . Es sind im Laufe der Zeit mehrere, z. T. nach DIN genormte Meßmethoden bekannt geworden, von denen die gebräuchlichsten hier kurz erwähnt seien.

Zunächst wäre die mikroskopische Bestimmung der Schichtdicke nach DIN 50950 zu nennen, bei der die aus dem zu untersuchenden Werkstück entnommene Probe senkrecht zur Schichtoberfläche angeschliffen und poliert wird. Die im Querschnitt erscheinende Schicht kann dann, nachdem die Schlifffläche zur Erhöhung des Kontrastes gegebenenfalls angeätzt wurde, unter

einem Auflichtmikroskop mittels eines Okularmikrometers ausgemessen werden.

Die chemischen Verfahren, wie z. B. die Strahlmethode nach DIN 50951 und die Tüpfelmethode nach DIN 50953, führen die Zeit, die ein bestimmtes chemisches Reagenz unter genau definierten Versuchsbedingungen zum Abtragen der zu messenden Schicht benötigt, auf die Schichtdicke zurück.

Eine weitere Möglichkeit der Schichtdickenbestimmung besteht darin, daß die betreffende Probe, entweder vor und nach dem Aufbringen des Überzuges oder aber mit aufgetragener Schicht und nach dem Ablösen derselben, gemessen wird. Die Messung kann mit Hilfe entsprechender Feinmeßgeräte direkt vorgenommen werden. Es ist aber auch möglich, die Probe mit und ohne Schicht zu wiegen und bei bekannter Probenoberfläche aus dem Gewichtsunterschied auf die Schichtdicke zu schließen.

Besondere Bedeutung haben in letzter Zeit die auf magnetischen oder elektrischen Prinzipien beruhenden zerstörungsfreien Meßverfahren erlangt. Mit Hilfe von Spezialgeräten ist hier eine schnelle und sichere Messung möglich, die sich durch verhältnismäßig hohe Genauigkeit auszeichnet. Die Art des anzuwendenden Verfahrens hängt von den Eigenschaften der zu messenden Schicht und des Trägerwerkstoffes ab, ob sie z. B. magnetisierbar

oder nichtmagnetisierbar, elektrisch leitend oder nichtleitend sind.

Die hier angeführten Meßverfahren, deren Zusammenstellung, wie bereits angedeutet wurde, keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, haben bis auf einige Ausnahmen den Nachteil, daß sie entweder einen für betriebliche Messungen nicht zu rechtfertigenden Arbeitsaufwand erfordern, nicht die gewünschte Genauigkeit gewährleisten oder aber zu ihrer Durchführung das Vorhandensein von Spezialgeräten erforderlich machen, die z. T. in der DDR noch nicht gefertigt werden.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurde im Institut für Werkstoffe ein Meßverfahren entwickelt, das es gestattet, Schichtdickenmessungen unter Wahrung einer möglichst hohen Genauigkeit bei einem für betriebliche Messungen vertretbaren Arbeitsaufwand durchzuführen. Als Meßgerät wurde das vom VEB Carl Zeiss Jena hergestellte Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmaltz benutzt, das wohl in vielen Maschinen- und Apparatebaubetrieben vorhanden sein dürfte.

Das Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmaltz

Das in Bild 1 dargestellte Gerät arbeitet nach dem Lichtschnittverfahren und dient normalerweise zum Messen der Feingestalt technischer Oberflächen nach DIN 4761. Es besteht im wesentlichen aus einem Meßmikroskop und einer Beleuchtungseinrichtung, deren optische Achsen einen Winkel von 90° gegeneinander einnehmen. Die Wirkungsweise des Gerätes beruht darauf, daß mittels der Beleuchtungseinrichtung ein dünnes Lichtband unter 45° mit der Prüffläche zum Schnitt gebracht wird. Dabei wird das Oberflächenprofil, in Form der Licht-Schatten-Grenze zwischen Lichtbandabbildung und unbeleuchteter Umgebung der Oberfläche, im Meßmikroskop sichtbar und kann mit Hilfe eines Okularmikrometers ausgemessen werden.

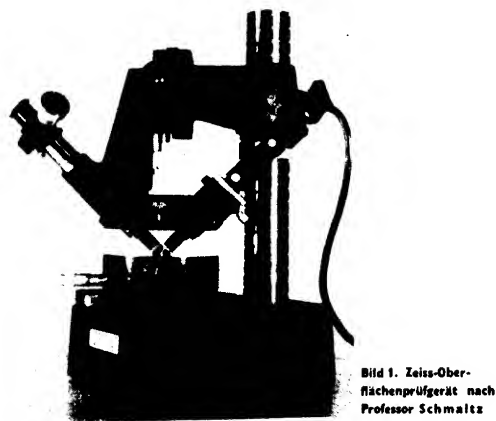


Bild 1. Zeiss-Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmaltz

Das Gerät wird mit vier Objektivpaaren geliefert, die unter Verwendung eines 15fach vergrößernden Okulares eine Veränderung der Gesamtvergrößerung von 60fach bis 520fach ermöglichen und es gestattet, Oberflächenunebenheiten zwischen 0,5 und 50 µ zu messen.

Verwendung des Gerätes für Schichtdickenmessungen

Bei der Verwendung des Gerätes zur Messung von Schichtdicken wird die Schicht von der zu messenden Probe mittels ge-

eigneter chemischer Reagenzien partiell abgelöst. Die dadurch entstehende Oberflächenstufe, die sich an der Grenze zwischen freigelegtem Grundmetall und verbliebener Schicht bildet, wird dann so unter das Lichtschnittmikroskop gebracht, daß sie zu dem auf die Fläche projizierten Lichtspalt einen Winkel von annähernd 90° einnimmt. Wie aus Bild 2 ersichtlich ist, tritt durch den schrägen Lichteinfall und die Stufe eine parallele Verschiebung des auf der Oberfläche abgebildeten Lichtspaltes ein. Es zeigt sich im Meßmikroskop ein je nach Schichtdicke mehr oder weniger abgesetzter Streifen gemäß Bild 3, an dem die Verschiebungsbreite b mit dem Okularmikrometer ausgemessen werden kann.

Die Schichtdicke ergibt sich dann aus der Beziehung $h = \frac{b}{V \cdot \sqrt{2}}$

Dabei bedeuten:

h die Schichtdicke,

b die gemessene Verschiebungsbreite,

V die Vergrößerung des Meßmikroskopes.

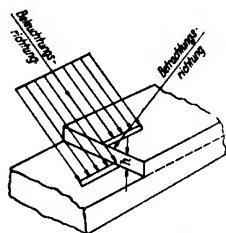


Bild 2. Schematische Darstellung des Meßprinzips

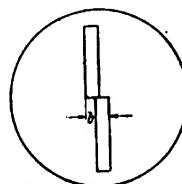


Bild 3. Bild des parallel verschobenen Lichtspaltes im Meßmikroskop (schematisch)

Durchführung der Versuchsmessungen

Zur Durchführung der für die Entwicklung des Verfahrens erforderlichen Versuchsmessungen standen 13 Al Cu Mg (Dural)-Bleche von 1,5 mm Dicke zur Verfügung, die beiderseits nach dem Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren eloxiert waren. Die Behandlung erfolgte bei einer Stromdichte von 1,5 A/dm² und Temperaturen zwischen 13 und 21° C. Die Eloxalschichten wurden mit Kaliumbichromat bei 80 bis 87° C nachverdichtet.

Die ersten Versuche, die Schicht partiell abzulösen, wurden derart durchgeführt, daß die zu untersuchende Probe zu einem Teil in das verwendete Lösungsreagenz, auf dessen Zusammensetzung im folgenden noch näher eingegangen wird, eingetaucht wurde. Die erwähnte Stufe entsteht dann in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche des Lösungsmittels. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Methode keine befriedigenden Ergebnisse liefert, da die Schicht beim Ablösen unmittelbar über dem Flüssigkeitsspiegel beträchtlich aufquillt und in einiger Entfernung von ihm starke Anfrassungen zeigt. Beide Erscheinungen erschweren die anschließende Ausmessung erheblich. Das Aussehen, das eine nach dieser Arbeitsweise behandelte Probe im Lichtschnittmikroskop zeigt, stellt Bild 4 dar.

Der daraufhin unternommene Versuch, die Teile der Schicht, deren Ablösen nicht erwünscht ist, mit einem Schutzlack abzudecken, ergab eine scharfe Grenze zwischen dem verbliebenen Überzug und dem freigelegten Grundmetall. Die entsprechende Mikroaufnahme zeigt Bild 5. Die nach dieser Methode präparierten Proben ließen sich einwandfrei messen, so daß bei allen später durchgeführten Schichtdickenmessungen diese Verfahrensweise beibehalten wurde.



Bild 4. Mikroaufnahme einer eloxierten Probe nach dem partiellen Ablösen der Schicht ohne Lackabdeckung



Bild 5. Mikroaufnahme einer eloxierten Probe nach dem partiellen Ablösen der Schicht mit Lackabdeckung

Die Schutzlackierung wurde durch partielles Tauchen der Proben hergestellt. Das Ablösen der Schicht darf erst erfolgen, nachdem der Lack einwandfrei trocken ist. Die vor dem Messen der Schichtdicke erforderliche Entfernung der Schutzlackierung erfolgt entweder durch Abziehen des Lackfilmes oder, wenn das nicht möglich ist, durch Abwaschen mit einem geeigneten Lösungsmittel.

Zum Abtragen der Eloxalschichten wurde eine Lösung folgender Zusammensetzung verwendet:

45 cm³ Orthophosphorsäure,

20 g Chromsäureanhydrid,

mit destilliertem Wasser auf 1 l aufgefüllt.

Das Ablösen der Schicht wird bei einer Temperatur von etwa 90° C vorgenommen und dauert etwa 5 bis 6 min.

Zum Abdecken wurde ein Schutzlack des VEB Lack- und Druckfarbenfabrik Coswig benutzt, der unter der Bezeichnung MO 199 im Handel ist.

Meßergebnisse

Zur Beurteilung der Brauchbarkeit des Verfahrens wurden Vergleichsmessungen nach zwei anderen Methoden an den gleichen Proben durchgeführt. Es kamen die Messung nach der Querschleifmethode und die mechanische Messung mit einem Feinmeßgerät zur Anwendung.

Die Probenpräparation für die Querschleifmessung erfolgte derart, daß kleine Probenabschnitte in Woodsches Metall eingegossen, mit Schleifpapier immer feiner werdender Körnung ge-

Tafel 1

Proben-Nr.	Schichtdicke in μ		
	Lichtschnittmethode	Querschleifmethode	mechanische Messung
17	8,4	8,6	8,0
18	6,9	8,5	7,0
19	16,7	16,2	14,5
20	18,6	17,1	17,3
23	15,4	13,0	13,8
24	13,2	12,8	12,3
25	8,5	10,1	9,5
26	13,8	14,1	16,3
42	9,3	8,3	7,8
43	9,2	8,5	7,5
58	15,2	15,1	13,3
59	16,4	14,1	12,8
60	14,6	12,5	12,5

schliffen und anschließend poliert wurden. Das Ausmessen der Schichtdicke geschah mit einem Zeiss Metallmikroskop „Neophot“.

Bei der mechanischen Messung wurde zunächst die Dicke der Proben einschließlich der auf der Vorder- und Rückseite befindlichen Eloxalschichten ermittelt. Dann wurden die Schichten mit dem gleichen Lösungsmittel, das auch bei der Lichtschnittmethode angewandt wurde, abgelöst und die Probendicke abermals gemessen. Die Differenz aus beiden Messungen ergibt die Summe der Dicken beider Schichten. Die im folgenden genannten, nach dieser Methode gewonnenen Meßwerte, gelten also unter der Annahme gleicher Schichtdicken auf beiden Seiten der Proben. Als Meßgerät fand hier das Zeiss „Orthotest“ Verwendung. Es ergaben sich bei den einzelnen Messungen die in Tafel 1 angegebenen Werte.

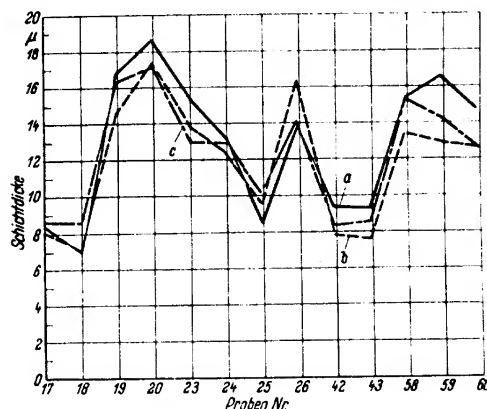


Bild 6. Graphische Darstellung der Meßergebnisse

- a Lichtschnittmethode
- b Querschleifmethode
- c mechanische Messung

Die Meßwerte sind in Bild 6 der besseren Übersicht halber noch einmal graphisch aufgetragen.

Es zeigt sich, daß die Ergebnisse der einzelnen Meßverfahren im allgemeinen durchaus im Rahmen der üblichen Toleranzen liegen. Einzelne größere Abweichungen voneinander dürften darauf zurückzuführen sein, daß es ja nicht möglich war, alle Messungen an den gleichen Stellen der Proben durchzuführen, so daß Schichtdickenschwankungen zwangsläufig mit in die Meßergebnisse eingehen mußten.

Anwendungsmöglichkeiten des Lichtschnittverfahrens

Die Schichtdickenmessung nach dem Lichtschnittverfahren beschränkt sich in ihrer Anwendung keinesfalls nur auf Eloxalschichten. Es ist vielmehr im Prinzip möglich, jede beliebige Korrosionsschutzschicht nach dieser Methode zu messen, sofern ein Lösungsreagenz zur Verfügung steht, das es gestattet, die Schicht vom Grundmetall zu entfernen, ohne dieses dabei anzugreifen. Diese Möglichkeit dürfte in der Mehrzahl der Fälle gegeben sein. Lediglich bei oberflächlich sehr rauen Schichten ergeben sich gewisse Schwierigkeiten, die allerdings auch bei den meisten anderen Meßverfahren störend in Erscheinung treten. Es seien im folgenden einige erprobte Lösungsverfahren genannt, die sich gut bewährt haben.

Ablösen von galvanisch erzeugten Zinkschichten auf Stahl:
Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 20 g/l Sparbeize-Grünau¹⁾

Arbeitstemperatur: rd. 20° C
Ablösezeit: rd. 2 bis 5 min, je nach Schichtdicke
Abdecklack: Sch 899²⁾

Materialabtrag: 0,22 g/m²h Stahl

Ablösen von Phosphatschichten auf Stahl:
Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 20 g/l Sparbeize-Grünau

Arbeitstemperatur: rd. 40° C

Ablösezeit: rd. 5 min

Abdecklack: Sch 899

Materialabtrag: 3 g/m²h Stahl

Ablösen von Chromal-Phosphatschichten auf Al-Legierungen:

Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 300 g/l $K_2Cr_2O_7$

Arbeitstemperatur: rd. 80° C

Ablösezeit: rd. 5 min

Abdecklack: Sch 899

¹⁾ Hersteller: VEB Chemische Fabrik Grünau.

²⁾ Hersteller: VEB Lack- und Druckfarbenfabrik Berlin.

Materialabtrag: bei Reinaluminium 0,5 g/m² in 6 min
bei Dural 0,7 g/m² in 6 min
bei Hydronalium 0,42 g/m² in 6 min

Es ist hier zu beachten, daß das in der Schwefelsäure gelöste Kaliumbichromat bei Raumtemperatur auskristallisiert. Es geht aber beim Erwärmen auf Arbeitstemperatur wieder in Lösung. Die genannten Werte für den Materialabtrag zeigen, daß bei allen angeführten Ablöseverfahren der Angriff auf das Grundmetall vernachlässigbar klein ist.

Schlußbetrachtung

Es darf wohl abschließend gesagt werden, daß das Lichtschnittverfahren in der Reihe der Schichtdicken-Meßmethoden eine wertvolle Bereicherung darstellt. Es ist den meisten gebräuchlichen Verfahren gegenüber in bezug auf den erforderlichen Arbeitsaufwand und die erzielbare Meßgenauigkeit überlegen und bedient sich eines Gerätes, das in vielen Werken bereits vorhanden sein dürfte.

Es ist zu hoffen, daß sich das Verfahren auf breiter Grundlage einbürgert und somit eine Lücke in der Betriebskontrolle schließt, die sich z. Z. noch recht häufig unangenehm bemerkbar macht.

Flu 108

Ein Blick in die Ingenieurschule für Flugzeugbau Dresden

Von Ingenieur Helmut Semrad

Mit dem Aufbau der Flugzeugindustrie in unserer Deutschen Demokratischen Republik mußte auch die Frage der Ausbildung von mittleren technischen Kadern für diesen Industriezweig geklärt werden.

Die älteren Fachkräfte, die sich nach einer zehnjährigen Unterbrechung für diese große und verantwortungsvolle Aufgabewieder zur Verfügung gestellt haben, reichen bei weitem nicht aus, um den gewaltigen Forderungen in Produktion und Entwicklung gerecht werden zu können.

Es ist allzu verständlich, wenn unsere Regierung gleichzeitig mit dem Aufbau einer Flugzeugindustrie die Voraussetzung geschaffen hat, daß junge Menschen ein Ingenieurstudium in den verschiedenen Fachrichtungen des Flugzeugbaues aufnehmen können. So wurde im Jahre 1955 in Dresden die Ingenieurschule für Flugzeugbau ins Leben gerufen. In einem siebensemestrigen Studium werden an dieser Lehranstalt Ingenieure in den Fachrichtungen

Flugzeugbau, Triebwerksbau, Gerätebau, Technologie und Ingenieurökonomie

ausgebildet.

Bei einem Rundgang durch diese Ausbildungsstätte kann man erkennen, daß alle verantwortlichen Mitarbeiter sich bemühen, unseren Studierenden die besten Studienmöglichkeiten zu schaffen. Ganz besonders muß man die Dozenten erwähnen, die zu einem großen Teil aus der Flugzeugindustrie hervorgegangen sind. Ihnen ist es zu verdanken, daß sich die Ausbildung nicht nur auf den theoretischen Unterricht, sondern auch auf praktische Übungen in den verschiedenen Laboratorien erstreckt.

Sehr ansprechend empfindet der Besucher die modernen Hörsäle, in denen die Studierenden unter den günstigsten Bedin-



Bild 1. Anschauliche Darstellung der Bewegung des Flugzeuges im Raum

gungen den theoretischen und den experimentellen Unterricht verfolgen können. Die Ingenieurschule legte sehr großen Wert auf einen experimentellen Unterricht, um den Studierenden die Gesetzmäßigkeiten der Natur an anschaulichen Versuchen nachweisen zu können.

Wie interessant ist doch z. B. ein Unterricht in dem Fach Aerodynamik.

Hier werden die Studierenden mit den physikalischen Grundlagen des Fliegens vertraut gemacht und lernen die Gesetzmäßigkeiten kennen, die es ermöglichen, daß ein Körper, der schwerer als Luft ist, sich in derselben bewegen kann (Bild 1).

Im Bau befindet sich ein Windkanal mit 100 PS Antriebsleistung, der nach seiner Fertigstellung für aerodynamische Versuche, z. B. Feststellung von Profileigenschaften, Widerstandsermittlungen von Flugzeugen usw., Verwendung finden wird.

Nicht weniger bedeutend ist das Fach Flugmechanik. Hier erhält der Studierende Grundlegendes über Flugleistungen und Flugeigenschaften vermittelt. Unsere zukünftigen Ingenieure der Fachrichtung Flugzeugbau widmen sich diesen Fächern mit besonderem Interesse, da sie hier die entscheidenden Voraussetzungen für den Entwurf eines Flugzeuges kennenlernen.

Nicht allein die aerodynamischen Bedingungen genügen, um ein Flugzeug konstruieren zu können. Unsere Studierenden der Fachrichtung Flugzeugbau müssen sich in sehr starkem Maße mit der Flugzeugstatik beschäftigen. Hier erhalten sie die Grundlagen für die festigkeitsmäßige Berechnung der einzelnen Bauteile, wie Tragflügel, Rumpf, Leitwerk usw.

An den Schnittmodellen eines Holz- und eines Metallflugzeuges können die Studierenden die Entwicklung der Flugzeugzelle sowie der anderen Bauelemente genau verfolgen. Bei dem heutigen Stand der Entwicklung des Flugzeugbaues spielt das Gewicht des Flugzeuges eine sehr große Rolle. Das erfährt der Studierende in den höheren Semestern, indem speziell innerhalb der Flugzeugstatik auf die Schalenfestigkeit eingegangen wird, bei der die Gewichtsökonomie an erster Stelle steht.

Für experimentelle Versuche und Übungen an Tragflügeln, Schalenrumpfen usw. befindet sich ein Prüfstand für Großbauteile im Bau.

Großes Interesse erwecken die zahlreichen Schnittmodelle von Triebwerken. Ganz besonders beschäftigen sich die Studierenden der Fachrichtung Triebwerkskonstruktion an Hand dieser Mo-

delle mit der Entwicklung des Triebwerkes. Vom Gegenkolbenmotor über den Stern- und Reihenmotor bis zum modernen Strahltriebwerk ist alles vertreten. Viel Staunen und Kopfschütteln gibt es immer wieder bei unseren Studierenden der ersten Semester, die noch keine Vorstellung besitzen, wie ein Triebwerk beschaffen sein muß, das eine Antriebsleistung von über 3000 PS oder 4000 kp Schub besitzt.



Bild 2. Das Studium des Aufbaues eines Sternmotors

Ganz besonders in der Fachrichtung Triebwerksbau bemühen sich die Dozenten, den etwas abstrakten Unterricht in dem Hauptfach Thermodynamik durch sinnvolle praktische Versuche im Labor zu ergänzen (Bild 2). Als vorbildlich kann man auch das Triebwerkslabor bezeichnen. Dasselbst werden von den Studierenden Leistungs- und Temperaturmessungen an verschiedenen Aggregaten durchgeführt. Abgasanalysen, Mengenmessungen usw. ergänzen diese Grundlagenversuche. Die Studierenden der höheren Semester werden vor die Aufgabe gestellt, an verschiedenen Prüfständen die Kennlinien der Motoren aufzunehmen und auszuwerten. Ein moderner Einzylinderprüfstand

Bild 3. Unterricht am Strahltriebwerk

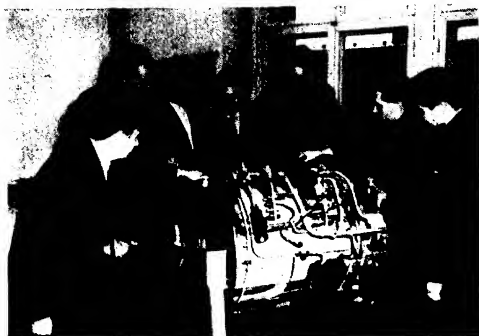


Bild 4. Die Verformung des Bleches mittels der Glättachwinge



hinweggelassen. Ausgedehnte Versuche, wobei auf gleichzeitige elektrische und mechanische Meßergebnisse Wert gelegt wird. Ein selbstgebauter betriebsfähiger Prüfstand zur Untersuchung von Strahlrohren steht ebenfalls für Versuche zur Verfügung (Bild 3).

Auch für die Studierenden der Fachrichtung Technologie steht ein großes Übungsfeld für die verschiedensten Praktika zur Verfügung. Blickt man in die 170 m² große Maschinenhalle, so sieht man dort Maschinen für die spanlose und spanabhebende Verformung. Es ist lehrreich, unsere jungen Technologen bei ihrer Arbeit in diesem Labor zu beobachten. Ob es sich um die Schnittkraftmessung an einer Drehmaschine oder um das Studium der Verformungseigenschaften beim Tiefziehen oder an der Glättschwinde handelt (Bild 4), überall werden mit besonderem Interesse die durchgeführten Versuche ausgewertet. Wie groß das Interesse ist, beweist doch die Tatsache, daß unsere Studierenden gemeinsam mit ihrem Dozenten einen Versuchsstand für elektroerosives Bohren entwickelt haben, um auch moderne technologische Verfahren kennenzulernen. Diese vielseitige Ausbildung der Studierenden in der Fachrichtung Technologie ist auch erforderlich, hat sich doch die Ingenieurschule für Flugzeugbau die Aufgabe gestellt, diese jungen Menschen zu guten Organisatoren der Produktion auszubilden.

Genau wie in den anderen Fachrichtungen wäre auch über die Fachrichtung Gerätebau (Bild 5) sehr viel zu berichten. Ob es die sinnvoll aufgebaute Sammlung von Fluggeräten oder das Labor für Regelungs- und Meßtechnik ist, überall spürt man, daß sehr viel Kleinarbeit geleistet wurde, um diese zahlreichen Anschauungsmittel zu schaffen.



Bild 5. Erläuterungen am Instrumentenbrett

Weitere Laboratorien und Einrichtungen, die erwähnt zu werden verdienen, sind: die mechanische und chemische Werkstoffprüfung einschl. einer modernen Röntgenanlage, das umfangreiche elektrotechnische Prüffeld für Schwach- und Starkstrom. Nicht zuletzt muß das schweißtechnische Praktikum, welches neben der Ausbildung unserer Technologen auch für die Durchführung von Lehrgängen für die Betriebe unseres Industriezweiges zur Verfügung steht, erwähnt werden. Neben den umfangreichen Übungen und Praktika, die in Verbindung mit den

Vorlesungen durchgeführt werden, liegt in der Ingenieurschule ein besonderer Wert auf einer systematischen Ausbildung in allen konstruktiven Fächern. Drei große Konstruktionsabteilungen werden in diesem Jahr fertiggestellt, so daß auf diesem Gebiet alle Voraussetzungen geschaffen werden, um unsere Studierenden zu brauchbaren Konstrukteuren auszubilden (Bild 6).



Bild 6. Gedankenaustausch bei Konstruktionsübungen

Um bei unseren Studierenden die Begeisterung für ihren zukünftigen Beruf zu wecken, wird in Abstimmung mit dem Unterricht eine praktische Segelflugausbildung durchgeführt. Besonders in den Sommermonaten sind es unsere Studierenden, die bis in die späten Abendstunden auf den Elbwiesen ihre schwere, aber schöne Segelflugausbildung durchführen. Mit Genugtuung kann man immer wieder feststellen, daß das praktische Fliegen ein wesentlicher Beitrag zur Erziehung zum Kollektiv und zum Pflichtbewußtsein ist.

Noch ist der Aufbau der Ingenieurschule für Flugzeugbau nicht abgeschlossen. Bereits im September dieses Jahres werden die verschiedenen noch in Bau befindlichen Labors und Hörsäle fertiggestellt sein, so daß die wesentlichsten Voraussetzungen geschaffen werden, um eine gute Ausbildung unserer zukünftigen Ingenieure für den Flugzeugbau durchführen zu können. Flu 103

Luftfahrt in der Vergangenheit

1. 5. 1919 Die Deruluft nimmt auf der Strecke Königsberg—Moskau den Luftverkehr auf, der später nach Berlin und Leningrad ausgedehnt wird.
12. 5. 1914 Versuchsweise Einrichtung der ersten Luftpoststrecke Dresden—Leipzig. Roempler und Willy Meyer fliegen auf ihrem DFW-Eindecker an demselben Tage mit 40000 Postkarten wieder zurück.
24. 5. 1848 Otto Lilienthal zu Anklam geboren.

Flu 109

Erfindungs- und Vorschlagswesen

Am 27. Juli 1956 wurde im Büro für Erfindungswesen des Werkes III ein Antrag auf Eröffnung eines Ingenieurkontos gestellt und unter der Nr. 494/56 registriert. Ziel dieser technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit des Neuererkollektivs der Kollegen Wisse, Schmid, Römer, Fahning, Goymann sollte sein, die in der Deutschen Demokratischen Republik in ausreichender Menge zur Verfügung stehenden Phenol-Harze und die dazu gehörigen Härter zur Anfertigung von Formungswerkzeugen für die Leichtmetallblechbearbeitung heranzuziehen. Ganz besonders kam hierbei zum Ausdruck, bei Verwendung dieser Phenolharzwerkzeuge ein Maximum an bisher verwendeten Rohstoffen einzusparen.

Mit großer Begeisterung ging dieses Kollektiv an die Arbeit, und mit der Unterstützung unserer Produktionsarbeiter konnte innerhalb kürzester Frist das erste Versuchswerkzeug unter die Presse gelegt werden. Manche Schwierigkeit gab es zu überwinden, und mancher Rückschlag trat ein. Unverdrossen wurde weiter gearbeitet, und bereits am 30. November 1956 konnte auf Grund einer nachgewiesenen und bestätigten Einsparung eine vorläufige Vergütung an das Kollektiv ausbezahlt werden.

Wir sind der Überzeugung, daß die Verpflichtung nach Ablauf des Nutzungsjahres eine weit höhere Einsparung ergeben wird, als seinerzeit im Antrag genannt wurde. Wir wollen uns nicht an einem Zahlenspiel berauschen, sondern schätzen die Erfolge real ein.

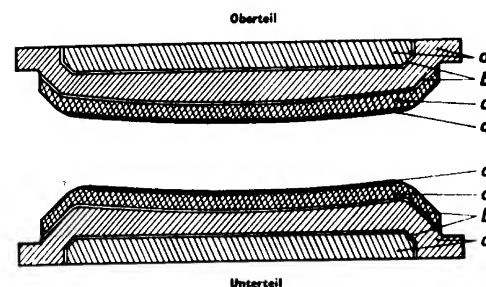
Das Verfahren zur Herstellung dieser Formungswerkzeuge ist denkbar einfach. Die wesentlichen Bestandteile dieser Masse sind:

1. Phenol-Formaldehyd-Harz,
2. Füllstoff (Quarzmehl und Asbest),

3. Hochkonzentrierte Schwefelsäure,
4. Spiritus.

Die Form selbst besteht aus mehreren Schichten, wobei die erste Schicht die eigentliche Form erzeugt und eine Dicke von rd. 10 bis 15 mm besitzt.

Nach einer Härtezeit von etwa 4 h wird eine Leimzwichenschicht aufgetragen und darauf eine sogenannte Füllschicht, die wieder um mit einer Leimschicht abgedeckt wird. Der Abschluß wird durch eine zweite Füllschicht als Auflage gebildet. Die Endbearbeitung erfolgt nach einer Aushärtezeit von 12 h durch Nacharbeit der Oberfläche (Kontur), wie Abwaschen, Ausspachteln, Oberfläche schleifen, Grat entfernen und Lackieren mit Säurelack. Sehr wesentlich ist ein genaues Planbearbeiten der Spanflächen, um ein gutes Aufliegen zu gewährleisten. Zum Schluß



Beispiel für das Ober- und Unter-Teil eines Verformungswerkzeuges

- | | |
|----------------------|-----------------|
| a Füllschicht | c Konturschicht |
| b Leimzwichenschicht | d Säurelack |

wird das gesamte Werkzeug lackiert und signiert. Der Einsatz des Werkzeuges darf erst nach 6 bis 8 Tagen Aushärtezeit erfolgen.

Flu 111

Neue Bücher

Festigkeit dünnwandiger Konstruktionen (Blechbaustatik). Von S. N. Kan und J. G. Panowko, VEB Verlag Technik, Berlin, 1957, Übersetzung aus dem Russischen, 169 Seiten, 102 Bilder, DIN A 5, Preis 12,— DM.

Der Inhalt dieses Buches ist hauptsächlich den Problemen der allgemeinen Festigkeit dünnwandiger Konstruktionen gewidmet und ist so gehalten, daß der Leser, soweit dies überhaupt möglich ist, Vergleiche mit den entsprechenden Erscheinungen der Festigkeit von Stabsystemen anstellen kann. Der außerordentlich vielseitige Stoff ist gedrängt und einheitlich dargestellt.

Das Buch bringt eine klare Formulierung von einfachen und brauchbaren Arbeitshypothesen praktischer Berechnungsmethoden dünnwandiger Konstruktionen, die auf der schöpferischen Arbeit einer großen Anzahl hervorragender Gelehrter basieren.

Der Hubschrauber, Technik, Ausbildung, Verwendung, Zukunft. Von Kurt Liebau, Verlag Jade-Druck G. m. b. H., Wilhelmshaven, 1956, 69 Seiten, 32 Bilder DIN A 5, Preis 3,40 DM.

Ausgehend von den Vorbildern in der Natur wird über die technische Entwicklung, Konstruktion und vielseitige Einsatzmöglichkeit moderner Hubschrauber berichtet. Erwähnt werden ferner Hubschrauberlandeplätze, die Ausbildung zum Hubschrauberführer und -mechaniker. Abschließend folgen einige Preise von Hubschraubern und eine kurze Betrachtung über die Zukunftsentwicklung. Ein Literaturverzeichnis beschließt das für jedermann leicht verständliche Heftchen.

Tragflügeltheorie. Von Elie Carafoli, VEB Verlag Technik, Berlin, 1954, 562 Seiten, mit vielen Zeichnungen, DIN A 4, Preis 48,— DM.

Das Buch behandelt die Aerodynamik des Tragflügels im Bereich niedriger Geschwindigkeiten. Es findet Verwendung als Lehrbuch an den Universitäten und Technischen Hochschulen der DDR.

Der Verlag VEB Technik, Berlin, bringt ab Juli 1957 in größerem Umfang flugtechnische Literatur heraus. Folgende Bücher sind bereits angekündigt:

Arshankow: Aerodynamik, 38,— DM;

Abramowitsch: Angewandte Gasdynamik, 58,— DM;

Popow: Experimentelle Aeromechanik (Strömungstechnisches Messwesen), 38,— DM;

Gorostschenko: Aufgabensammlung zur Flugmechanik, 18,— DM;

Wedrow-Taitz: Flugerprobung, 38,— DM.

Genannte Bücher sind Übersetzungen aus der sowjetischen Fachliteratur.

Der VEB Fachbuchverlag, Leipzig, kündigt für Sommer 1957 das Erscheinen von Berichtserien für das Gesamtgebiet der Luftfahrttechnik und verwandter Gebiete an. Die Berichtserien kosten 3,— bis 4,— DM je Einzelheft. Flu 112

Herausgeber: Verwaltung der Luftfahrtindustrie. — Mit der Herausgabe beauftragt: Das Institut für Lehrmittel und Literatur, Dresden-N. 2, Postschließfach 43.

Redaktionskollektiv: Obering. Besinger, Ing. Bonin, Dipl.-Ing. Buchner, Ing. Eberhard, Dipl.-Ing. Eitner, Dipl.-Ing. Everling, Dr. oec. Dipl.-phys. Geist, Obering. Griebsch, Ing. Hartlepp, Hauptbuchhalter Kellermann, Prof. Landmann, Ing. Lorenzen, Dr.-Ing. Maschek, Obering. Mindach, Berufsschulleiter Morgenstern, Ing. Progscha, Justitiar Singert.

Verantwortlicher Redakteur: Dipl.-Ing. Helmut Schneider. — Alle Rechte an den Aufsätzen, Übersetzungen und Bildern behält sich das Institut vor. Auszüge nur mit Quellenangabe zulässig.

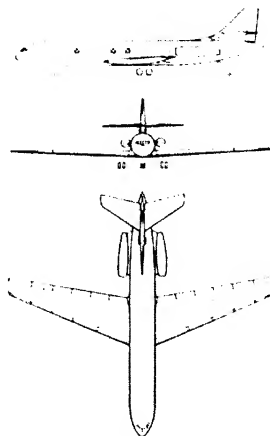
Die „Deutsche Flugtechnik“ erscheint monatlich und ist im Abonnement zum Heftpreis von DM 0,50 über die technischen Abteilungen der Betriebe zu erhalten. — Satz und Druck übernimmt im Auftrage des Verlages Technik, Berlin C 2, Oranienburger Str. 13 — 14, VEB Druckerei der Werkstätten in Halle (Saale). Genehmigt Min. f. Kultur, H. V. Verlagswesen, Lizenz-Nr.: 4.10.

MITTELSTRECKEN-VERKEHRSFLUGZEUGE VON HEUTE



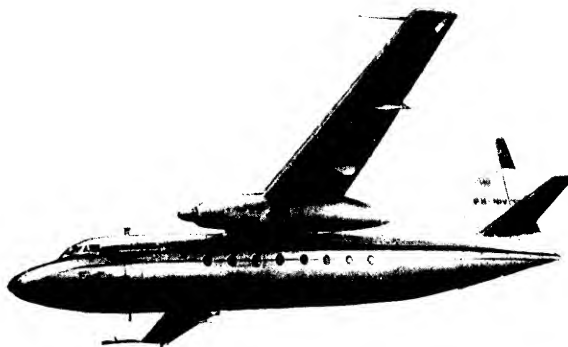
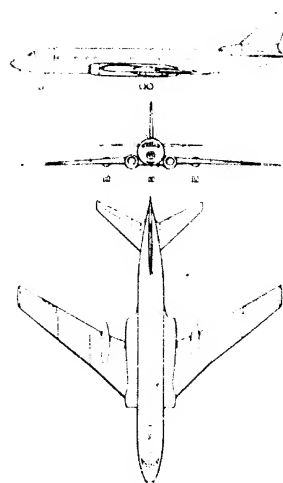
CARAVELLE (Frankreich)

SE 210 „Caravelle“ für 70 bis 91 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Rolls-Royce-„Avon“-Strahltriebwerke von je 4770 kp Startschub
 Reisegeschwindigkeit 720 bis 770 km/h
 Einsatzflugstrecke 2300 bis 3200 km
 Fluggewicht 41 000 bis 43 000 kg
 Spannweite 34,30 m, Länge 32,01 m



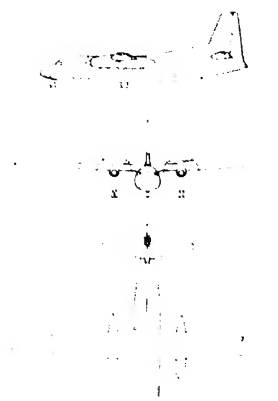
TU 104 (Sowjetunion)

TU 104 für 50 bis 70 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Strahltriebwerke von je 6750 kp Startschub
 Reisegeschwindigkeit 800 km/h
 Einsatzflugstrecke 2900 bis 3200 km
 Fluggewicht 70 000 kg
 Spannweite 35,00 m, Länge 38,50 m



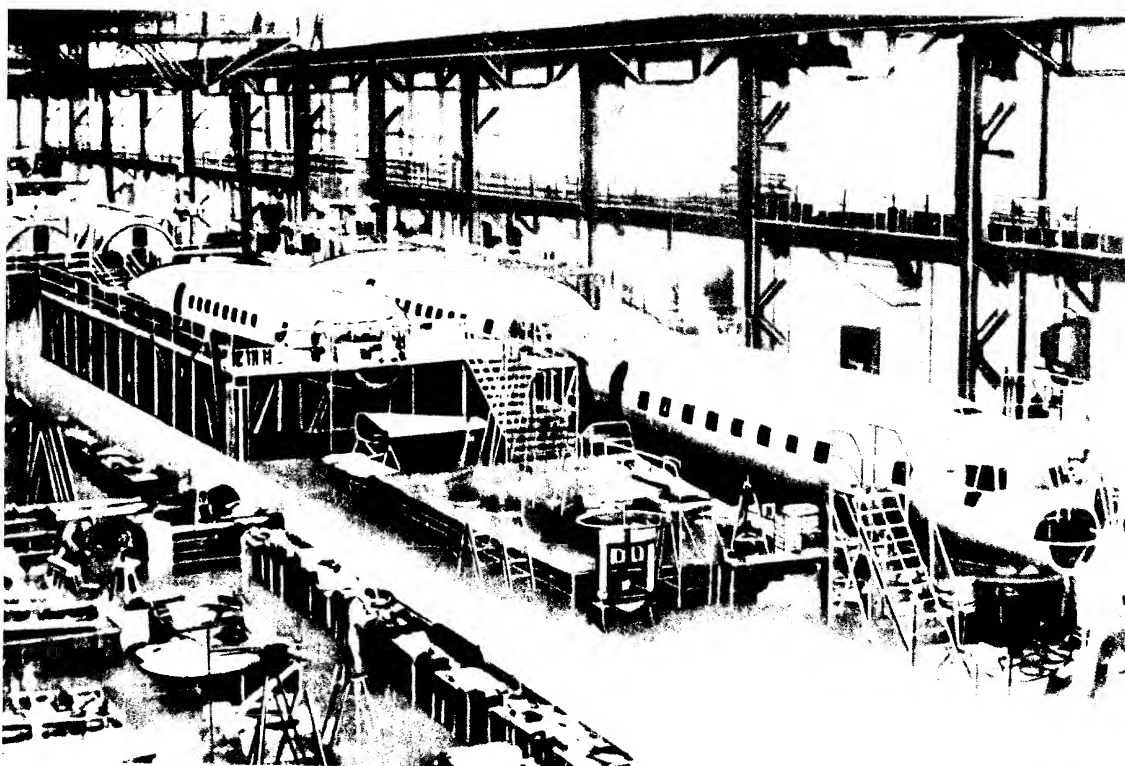
FRIENDBSHIP (Holland)

Fokker F. 27 „Friendship“ für 31 bis 40 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Rolls-Royce-„Dart“-Propellerturbinen von je 1600 PS Startleistung
 Reisegeschwindigkeit 440 km/h
 Einsatzflugstrecke 300 bis 1350 km
 Fluggewicht 15 600 kg
 Spannweite 29,00 m, Länge 23,10 m



DEUTSCHE

MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION
FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK



Rumpffertigung für das zweimotorige Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug Typ IL 14 P

Duplex Copy

AUS DEM INHALT:

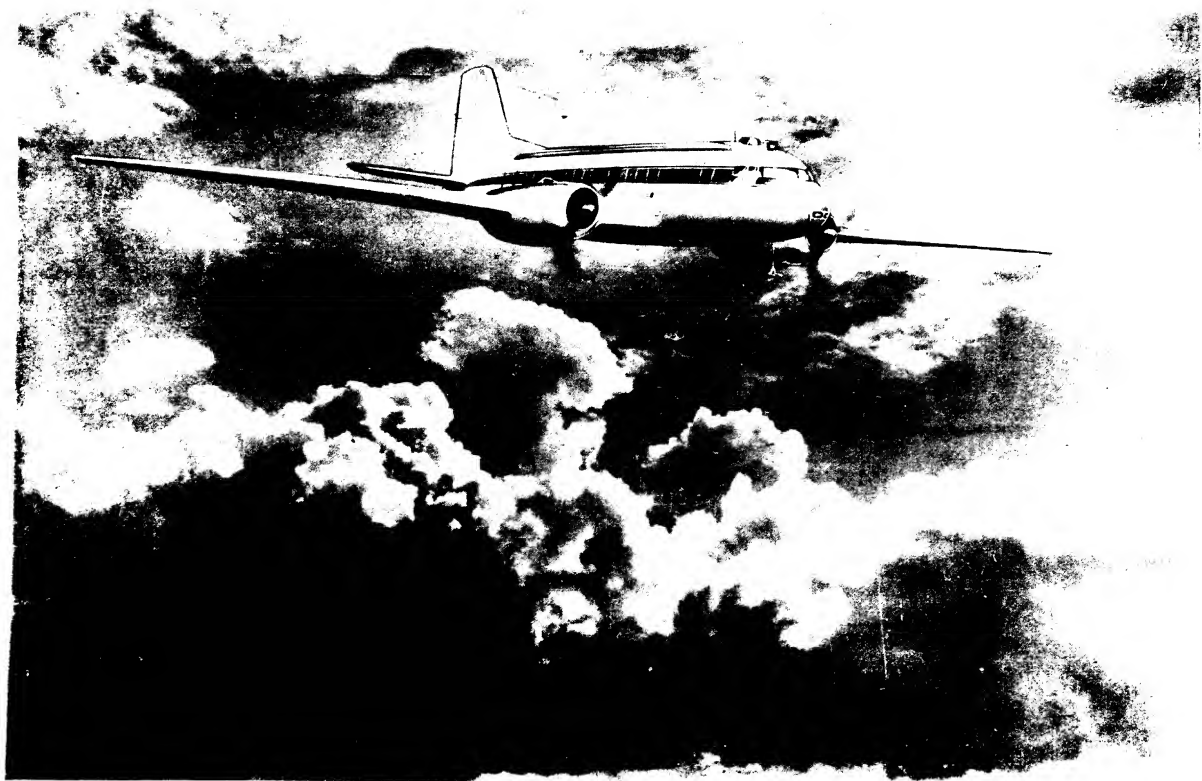
Perspektiven des Luftverkehrs — Warum Windkanäle? — Festigkeitsfragen im Flugzeugbau — Dickenmessung von Korrosionsschutzschichten — Ingenieurschule für Flugzeugbau Dresden — Mittelstrecken-Verkehrsflugzeuge von heute

• 1 •

I. JAHRGANG

MAI 1957

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/04 : CIA-RDP80T00246A044900520001-6



Mittelstrecken-Verkehrflugzeug IL 14 P
(Technische Daten vgl. S. 8)

Sanitized Copy Approved for Release 2010/05/04 : CIA-RDP80T00246A044900520001-6

deutsche
flugtechnik

HEFT 1 MAI 1957
1. JAHRGANG

MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK

Zum Geleit

Die in monatlichen Folgen erscheinende Zeitschrift des Industriezweiges

„Deutsche Flugtechnik“

soll ein weiteres Mittel werden, die Mitarbeiter des Industriezweiges mit den Aufgaben der Luftfahrtindustrie vertraut zu machen und ihnen ständig wissenschaftliche, technische und wirtschaftliche Informationen zu vermitteln.

Die verhältnismäßig junge Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik hat für die Zeit des 2. Fünfjahresplanes die staatliche Aufgabe erhalten, der Luftfahrt leistungsfähige Flugzeuge und Geräte zur Verfügung zu stellen.

Um diesen Auftrag zu erfüllen, bedarf es des unermüdlichen Einsatzes der Spezialisten des Flugzeugbaus und der Mitarbeiter, die zu einem großen Teil erst seit kurzer Zeit auf dem Gebiet der Luftfahrttechnik tätig sind. Der Flugzeugbau fordert wegen seiner schnellen wissenschaftlichen Weiterentwicklung, seiner Präzision, seiner umfangreichen Kooperation und seiner Bedeutung für den gesamten technischen Fortschritt ein großes Spezialwissen auf jeder Stufe der Entwicklung und Produktion.

Das Hauptziel der vorliegenden, den Problemen der Flugtechnik gewidmeten Zeitschrift ist die Unterrichtung der Mitarbeiter unseres Industriezweiges in der Forschung, Entwicklung, Produktion und Verwaltung. Jeder soll durch die neue Zeitschrift für die flugtechnischen Belange interessiert werden und immer neue Impulse für seine Arbeit erhalten. Die Qualifizierung der bereits im produktiven Einsatz stehenden Arbeitskräfte und nicht zuletzt die Heranbildung der technischen Nachwuchskräfte ist eine Aufgabe von ausschlaggebender Bedeutung. Dies gilt nicht nur notgedrungen bis zur Überwindung des Anlaufzustandes, sondern gleichermaßen auch für den künftigen Bedarf an qualifizierten Mitarbeitern. Der Zustrom an Lehrlingen, Studenten der Luftfahrttechnik, branchenfremden Technikern und Ingenieuren und Wirtschaftlern verlangt fortgesetzt eine qualifizierte fachliche Information. Es ist zu erwarten, daß bei dieser Zielsetzung der Zeitschrift auch andere Luftfahrtkreise Nutzen hieraus für ihre Aufgabenstellung ziehen werden.

Der Charakter und die Form der Zeitschrift müssen dementsprechend zu einer Darstellung des aktuellen Luftfahrtgeschehens in allen Ländern führen. Hierdurch sind die Leser mit den Neuerscheinungen auf dem Gebiet der Flugtechnik bekannt zu machen, und ihnen sind die mannigfaltigen Probleme der Luftfahrt aufzuzeigen. Durch Veröffentlichung bestimmter Teile der an der Technischen Hochschule wie auch an der Ingenieurschule für Flugzeugbau gehaltenen Vorlesungen soll einem breiten Kreis Gelegenheit zum Verfolgen der wissenschaftlichen Arbeit gegeben werden. Bedeutende Artikel aus anderen flugtechnischen Zeitschriften kommen — ungekürzt oder im Auszug — zu allgemeinverständlicher Wiedergabe. Auch ist daran gedacht, wichtige Nachrichten aus der Arbeit der Verwaltung der Luftfahrtindustrie zur Kenntnis zu bringen. Weiterhin sollen verschiedene Fragenkreise behandelt werden, entweder geschlossen, in Fortsetzungen oder auch in Artikelfolgen. Reiches Bild-, Diagramm- und Zeichnungsmaterial muß die Anschaulichkeit erhöhen. Einzel- und Querschnittsberichte über die in Zeitschriften, Dokumentationen und Fachbüchern dargestellten neuen Erkenntnisse haben auf dem gesamten Gebiet der Konstruktion, Fertigungstechnik, Ökonomik, technischen Organisation und über flugtechnische Randgebiete zu orientieren. So soll im Laufe des Jahres aus den monatlich erscheinenden Heften ein Sammelband „Deutsche Flugtechnik“ entstehen, den der Abonnent als ständiges Nachschlagewerk benutzen kann.

Die Leitung der Verwaltung der Luftfahrtindustrie sieht in dieser Zeitschrift ein immer dringlicher gefordertes und unentbehrliches Arbeits- und Fortbildungsmittel für die Mitarbeiter. Das verpflichtet zugleich zur Mitarbeit jedes einzelnen, der durch seine Kenntnisse den anderen Fachkräften Wissen vermitteln kann.

Die Einheitlichkeit und Neuartigkeit der Zielsetzung werden bei guter Unterstützung durch alle im Industriezweig Beschäftigten zu weiterer Festigung der Luftfahrtindustrie führen.

Die Leitung der Verwaltung der Luftfahrtindustrie wünscht der Zeitschrift eine erfolgreiche Entwicklung und wird sie hierin ständig fördern.

Pärmold

Leiter der Verwaltung
der Luftfahrtindustrie

Haack

Techn. Leiter der Verwaltung
der Luftfahrtindustrie

Die Perspektiven des Luftverkehrs, einige daraus resultierende Entwicklungsprobleme und die von der Luftfahrtindustrie der DDR zu lösenden Aufgaben

Von Prof. Dipl.-Ing. B. Baade

Im Gegensatz zu allen anderen Staaten ist die Luftfahrtindustrie der Deutschen Demokratischen Republik mit rein zivilen Aufgaben beschäftigt, und, wenn man vom Segelflugzeugbau absieht, haben unsere Werke ausschließlich die Aufgabe, Verkehrsflugzeuge und die hierzu erforderlichen Triebwerke und Ausrüstungen zu entwickeln und zu produzieren. Im Westen unseres Vaterlandes ist es allerdings anders; dort werden die Verkehrsflugzeuge importiert, während der Bau von Militärflugzeugen in großer Stückzahl anläuft.

Es ist also für uns wichtig festzustellen, daß durch die Bereitstellung von sehr erheblichen Mitteln durch unsere Regierung die Entwicklung und der Bau von Verkehrsflugzeugen in der DDR möglich wurde, während in Westdeutschland ausreichende Mittel nur für den Kriegsflugzeugbau, und zwar hauptsächlich für den Lizenzbau zur Verfügung stehen, aber alle Entwicklungsstellen und sonstige Forschungsanstalten über eine viel zu geringe finanzielle und materielle Unterstützung klagen. Da im gesamten kapitalistischen Ausland bisher etwa 95% des gesamten Flugzeugbaues Kriegszwecken dienen und nur 5% der privaten und Verkehrsflugzeuge, ist deshalb leicht einzusehen, daß auch die Mittel für Forschung und Entwicklung etwa im selben Verhältnis auf die zukünftigen Anwendungsgebiete verteilt wurden.

Perspektiven der Entwicklung

Es ist deshalb kein Wunder, daß, wenn man die Leistungen verschiedener Flugzeugtypen miteinander vergleicht, die Verkehrsflugzeuge erst viel später das Leistungsniveau der Kampfflugzeuge erreichen. Es ist aber keineswegs richtig, daraus nunmehr zu folgern, daß der Bau von Kriegsflugzeugen notwendig ist, um die Luftfahrtentwicklung schneller voranzutreiben, wie das in vielen westlichen Zeitungsartikeln gefordert wird, ja, daß eine schnelle Entwicklung ohne den Kriegsflugzeugbau überhaupt nicht möglich sei. Das stimmt keineswegs; denn wenn für die zivile Luftfahrt die gleichen Mittel zur Verfügung stehen würden, würden zweifelsohne die gleichen Erfolge vorhanden sein, vielleicht sogar noch größere.

Einmal könnte durch den dann möglichen Austausch von Erfahrungen sehr viel Doppelarbeit vermieden werden, zum anderen könnten alle Ausgaben für rein militärische Zwecke (Waffen, Bomben, Zielgeräte, Erkennungsgeräte usw.) auf die eigentliche Aufgabe konzentriert werden.

Bei dem letzten amerikanischen Überschallbomber Convair B-58 „Hustler“ (Bild 1) wurden während der siebenjährigen Entwicklungszeit von den etwa 100 Millionen Dollar jährlicher Ausgaben (ohne Triebwerke!) nur 38% für den eigentlichen Flugzeugbau ausgegeben, während 17% für hauptsächlich militärische Ausrüstung und 45% für elektronische Ausrüstung, also ebenfalls zum größten Teil für militärische Zwecke, verbraucht wurden. Wenn das heute etwas anders wird, so liegt das an der schnellen Entwicklung des Luftverkehrs überhaupt.

In den 15 Jahren von 1939 bis 1954 ist trotz des Krieges der Luftverkehr auf das 25fache angestiegen, wobei im Jahre 1954 die 50-Milliarden-Passagier-km-Grenze überschritten wurde und nun etwa jährlich um 15% weiter steigt.

Der Luftverkehr ist also auf dem besten Wege, aus einem Zuschußbetrieb zu einem lukrativen Geschäft zu werden. Durch eine gewaltige Senkung der Kilometerpreise, die heute in USA nur noch 2 Cents/km betragen, beginnt der Luftverkehr erfolgreich mit Eisenbahn und Schiff zu konkurrieren.

Kein Wunder also, wenn auf einige erfolgversprechende Flugzeugmuster bereits Verkaufsabschlüsse getätigt wurden, ehe sie überhaupt serienmäßig ihre Eignung bewiesen hatten, ja teilweise ehe sie überhaupt vollständig durchkonstruiert waren. Heute vor einem Jahr lagen bereits Aufträge für die DC-8 (Bild 2) und die Boeing 707 auf 221 dieser Flugzeuge in Höhe von 1,3 Milliarden Dollar vor.

Hierbei handelt es sich um zwei fast gleiche Flugzeugtypen der Firmen Douglas und Boeing für den Langstrecken-Luftverkehr mit reinem Strahltriebwerkeantrieb von etwa 130 t Fluggewicht, die ab 1960 etwa 110 bis 150 Passagiere mit einer Reisegeschwindigkeit von rd. 950 km/h bis zu 7000 km weit befördern sollen. Für die Entwicklung dieser Flugzeuge stehen sowohl Boeing als auch Douglas die Erfahrungen aus dem Bau ähnlicher Kriegsflugzeuge zur Verfügung. Die von diesen Verkehrsflugzeugen zu erzielenden Leistungen werden von heute bereits im Einsatz befindlichen Flugzeugen, z. B. der B-52, überboten.

Wenn man die Geschwindigkeiten von Flugzeugen über der Zeit, wann sie erstmalig erschienen sind, aufträgt, so ergibt sich die bekannte Tatsache, daß der „Jäger“ etwa 7 Jahre früher als der Bomber die gleiche Geschwindigkeit erreicht, daß es also zwei ausgesprochene Kurven für die Klein- und die Großflugzeuge mit einem Versatz von 7 Jahren gibt (Bild 3).

Bild 1. USA Überschall-Bomber Convair B-58 „Hustler“

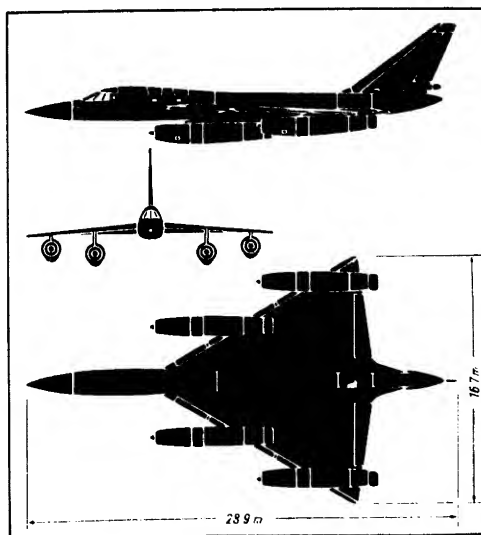




Bild 2. 130-sitziges Düsen-Verkehrsflugzeug Douglas DC-8

Bekanntlich haben Jäger etwa im Jahre 1950 erstmalig Geschwindigkeiten von mehr als $M = 1$ erreicht, Bomber sind aber erstmalig an der Wende 1956/57 bei höheren Mach-Zahlen geflogen. Während früher die großen Verkehrsflugzeuge nur kurze Zeit später ebenfalls mit dieser Geschwindigkeit flogen (selbst die Comet I und II liegen noch recht gut auf der Kurve), scheint sich mit Annäherung an die Schallgeschwindigkeit ein gewisser Abstand einzustellen. Das ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß mit Annäherung an die Schallgeschwindigkeit der Entwicklungsaufwand erheblich anwächst.

Interessant sind vielleicht in diesem Zusammenhang Zahlen, die den Entwicklungsaufwand für verschiedene Flugzeuge erkennen lassen, vgl. Tafel 1.

Tafel 1

Typ	Entwicklungs- abschluß	Zeit Jahre	Entwicklungs- aufwand Ing.-Stunden
P-51 „Mustang“	1940 bis 1942	1,8	250000
F-86 „Sabre“	1945 bis 1949	4,3	1700000
F-100 „Super Sabre“	1951 bis 1955	4,6	4800000
B-58 „Hustler“	1951 bis 1957	7,0	7000000

Es ist selbstverständlich, daß bei dem trotz seiner absoluten Größe doch relativ niedrigen Bestand an Aufträgen für Verkehrsflugzeuge es für einen privatkapitalistischen Betrieb günstiger ist, den staatlich finanzierten Militärflugzeugbau sich erst zu einer gewissen Reife entwickeln zu lassen und dann die abgeschlossenen Entwicklungen in den Verkehrsflugzeugbau zu übernehmen. Einmal wird hiermit das absolute Risiko niedriger und zum anderen sinken natürlich die nicht durch den Staat finanzierten Eigenentwicklungskosten.

Bekanntlich wurde die Entwicklung des Passagierflugzeuges „Comet“ durch den englischen Staat finanziert, vielleicht ist das auch der Grund dafür, daß seine Geschwindigkeit relativ gut auf der Kurve für die Großflugzeugentwicklung liegt.

Aber andererseits sieht man auch, daß das Risiko einer so schnellen Entwicklung nur durch den Staat getragen werden kann, besonders, wenn, wie beim „Comet“, mehrere Katastrophen eintreten, die zur Sperrung dieses Flugzeugtyps für den Flugbetrieb führten.

Wenn man nun die Kurve der möglichen Verkehrsflugzeugentwicklung extrapoliert, so würde sich für das Jahr 1975 eine Geschwindigkeit von etwa 2400 km/h ergeben, und tatsächlich ist sowohl von Douglas wie auch von Boeing, z. B. vom 1. Vize-

präsidenten Dr. Beall, vorausgesagt, daß ihre Firmen im Jahre 1975 Verkehrsflugzeuge für über 200 Fluggäste mit 2400 km/h Geschwindigkeit in 15 km Höhe liefern werden. Da die Entwicklung eines derartigen Flugzeuges mindestens 7 bis 8 Jahre beträgt und etwa weitere 3 bis 4 Jahre bis zu seinem Serienanlauf vergehen, muß also bereits in einigen Jahren mit der Projektierung dieser Flugzeuge begonnen werden.

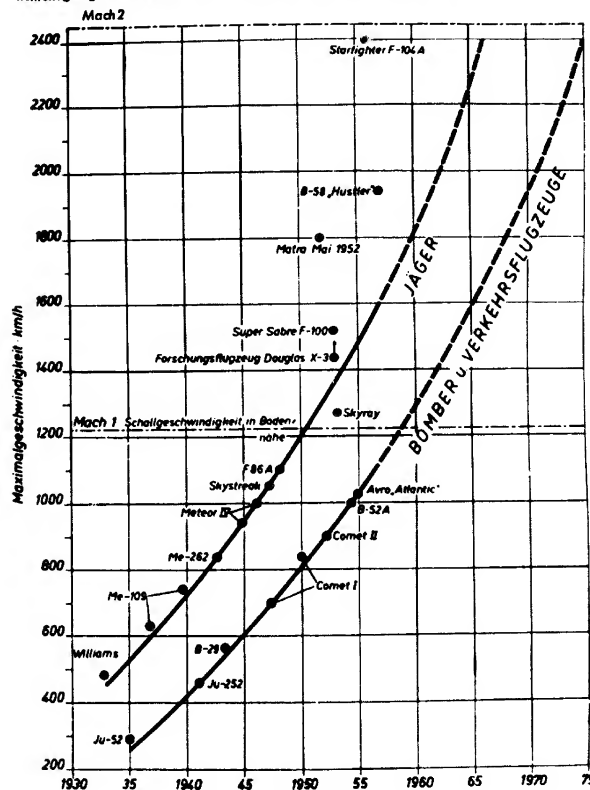
Entwicklungsprobleme

Dabei ist es interessant festzustellen, daß die wichtigsten Probleme für die Entwicklung derartigen Überschallverkehrsflugzeuge bereits heute bekannt sind. Da sie vielleicht von allgemeinem Interesse sind, soll auf einige von ihnen hier kurz eingegangen werden.

Wir wissen, wie etwa die äußere Form solcher Flugzeuge auszusehen hat, damit die von irgendeinem Teil des Flugzeuges ausgehenden Druckwellen nicht auf andere Teile des Flugzeuges auftreffen, und welche Querschnittsverhältnisse eingehalten werden müssen, um den Interferenzwiderstand (Widerstand infolge gegenseitiger Beeinflussung der einzelnen im Luftstrom liegenden Flugzeugteile) möglichst klein zu halten, wenn auch die genaue Form durch eine große Anzahl von Einzelversuchen im Windkanal bestimmt werden muß.

Schwieriger wird schon die Frage des Lufteintritts zu den Strahltriebwerken zu lösen sein, die ja im Gesamtgeschwindigkeitsbereich vom Langsamflug beim Start bis zu den hohen Überschallgeschwindigkeiten die im eintretenden Luftstrahl vorhandene kinetische Energie möglichst verlustlos in Druckenergie umsetzen muß (Bild 4).

Bild 3. Entwicklung der Höchstgeschwindigkeiten von Jägern, Bombern und Verkehrsflugzeugen seit 1930



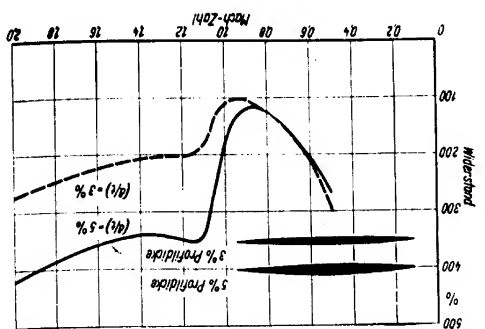


Bild 6. Einfluß der Propellerform auf den Flügellift bei 5% und 3% Profilhöhe

Bei der Umsetzung der kinetischen Energie der Luft im Diffusor in Druck erwärmt sich die Luft so stark, daß der Kühlstrom für die Geräte in einem Wärmehaushalt, der mit Kraftstoff gekühlt wird, vorher erst selbst gekühlt werden muß.

Am schwierigsten wird aber die Lösung der Triebwerksfrage selbst zu erreichen sein. Bei Mach-Zahlen von wenig mehr als 1,5 wird es nämlich praktisch unmöglich, mit reinen Turbinen-Strahltriebwerken mit einigermaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

forderungen mit einigemmaßen errätlichem Gewicht den er-

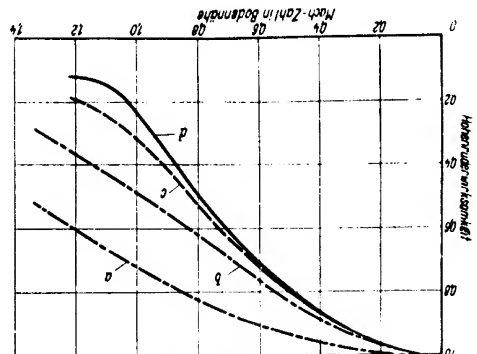


Bild 5. Änderung der Höhenwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung: Anteil der Einzelwirkungen auf den Abfall der Höhenwirkung mit der Mach-Zahl

1. Mit Einfluß der Änderung des Höhenwiderstands

2. Mit Änderung des Höhenwiderstands d_H und der Druckpunktlage des

3. Mit Rumpflage

4. Einfluß der Leitwerkselastizität

5. Wirkung mit der Mach-Zahl

6. Änderung der Höhenwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung: Anteil der Einzelwirkungen auf den Abfall der Höhenwirkung mit der Mach-Zahl

7. Mit Einfluß der Änderung des Höhenwiderstands

8. Mit Änderung des Höhenwiderstands d_H und der Druckpunktlage des

9. Mit Rumpflage

10. Einfluß der Leitwerkselastizität

11. Wirkung mit der Mach-Zahl

12. Änderung der Höhenwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung: Anteil der Einzelwirkungen auf den Abfall der Höhenwirkung mit der Mach-Zahl

13. Mit Einfluß der Änderung des Höhenwiderstands

14. Mit Änderung des Höhenwiderstands d_H und der Druckpunktlage des

15. Mit Rumpflage

16. Einfluß der Leitwerkselastizität

17. Wirkung mit der Mach-Zahl

18. Änderung der Höhenwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung: Anteil der Einzelwirkungen auf den Abfall der Höhenwirkung mit der Mach-Zahl

19. Mit Einfluß der Änderung des Höhenwiderstands

20. Mit Änderung des Höhenwiderstands d_H und der Druckpunktlage des

21. Mit Rumpflage

22. Einfluß der Leitwerkselastizität

23. Wirkung mit der Mach-Zahl

24. Änderung der Höhenwirksamkeit infolge der Elastizität und Abnahme der Ruderwirkung: Anteil der Einzelwirkungen auf den Abfall der Höhenwirkung mit der Mach-Zahl

25. Mit Einfluß der Änderung des Höhenwiderstands

26. Mit Änderung des Höhenwiderstands d_H und der Druckpunktlage des

27. Mit Rumpflage

28. Einfluß der Leitwerkselastizität

daß die Ruder sich nicht mehr von Hand bedienen lassen und Ruderorgane und damit die Steuerkräfte so stark ansteigen, steigender Mach-Zahl stark ab (Bild 5), während andererseits die infolge dieser beiden Einflüsse nimmt die Ruderwirkung mit wieder aufgehoben werden.

gesteuerter Richtung durch die nunmehr in entgegen-

Ruder erzeugten Luftkräfte durch die nunmehr in entgegen-

zität die vor den Rudern liegenden Flächen, so daß die durch die

weiter steigenden Luftkräfte verdrehen sich infolge ihrer Elastizität

Änderung der Leitwerkselastizität teilnehmen. Durch die immer

den Rudern liegenden Flächen an der zum Steuern erforderlichen

Teil ihrer Wirkung, weil nur die Ruder selbst, nicht aber die vor

normale Ruder bereits im hohen Unterschallbereich einen großen

Organe für die Steuerung solcher Flugzeuge. Bekanntlich verlieren

ebenfalls schwierig zu lösen ist die Frage der Ausbildung der

entwickeln.

hierbei notwendigsten Regelmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

suchen und Rechenmechanismus für die Eintrittszeit zu

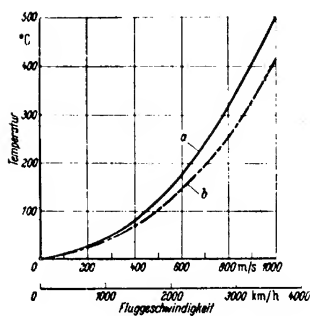


Bild 7. Aufheizung im Staupunkt und Erwärmung an der Oberfläche eines Flugzeuges infolge der Abbremsung der Luft; Wärmeäquivalent der kinetischen Energie der Luft

$$\Delta T \propto \frac{\rho v^3}{2 p} \quad v^3 \text{ [m/s]}$$

- a Aufheizung im Staupunkt $\Delta T \propto \frac{v^3}{2000}$
 b Erwärmung der Oberflächen des Flugzeuges $\Delta T \propto \frac{v^3}{2320}$

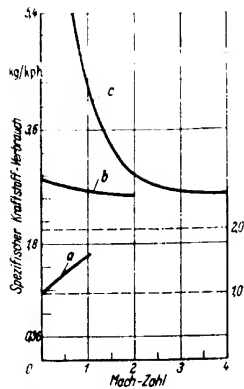


Bild 8. Spezifischer Kraftstoffverbrauch in kg/kph von Turbinen-Strahltriebwerken (a), Turbinen-Staahltriebwerken (b) und (c) bei reinen Staahltriebwerken in der Stratosphäre in Abhängigkeit von der Flug-Mach-Zahl (nach E. Sänger)

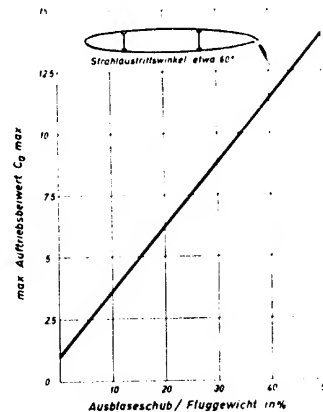


Bild 9. Erhöhung des Maximalauftriebes durch Ausblasen von Luft an der Flügelhinterkante

forderlichen Schub zur Überwindung der immer weiter ansteigenden Widerstände aufzubringen. Das ist leicht erklärlich; die steigende Erwärmung im Diffusor ermöglicht nämlich nur sehr geringe Kraftstoffmengen zu verbrennen, weil sonst die Temperatur vor der Turbine zu hoch würde. Außerdem sinkt bei gleicher Drehzahl infolge dieser höheren Lufttemperatur auch noch das sekundlich durchgesetzte Luftgewicht, was ja ebenfalls ein Maß für den Schub ist. Es wird also nötig, Turbinen-Staahltriebwerke sehr hoher Leistungen zu entwickeln, d. h. Geräte, die im unteren Geschwindigkeitsbereich hauptsächlich als Turbinenstraahltriebwerke arbeiten und im Überschallflug als reine Staahltriebwerke.

Da aber derartige Triebwerke bei Mach-Zahlen von rd. 2,0 auch ungünstiger werden als reine Staahltriebwerke, wird es vielleicht zweckmäßiger sein, diese Flugzeuge durch besondere Startbeschleuniger, die ebenfalls erst noch entwickelt werden müssen, auf Überschall zu beschleunigen und dann mit Staahltriebwerken fliegen zu lassen.

Da bei allen diesen Triebwerken für Mach-Zahlen von 1,5 und darüber spezifische Kraftstoffverbräuche von rd. 2,5 kg/kph und mehr vorhanden sind (Bild 8), wird die Reichweite ganz erheblich zurückgehen, wenn es nicht gelingt, den Flug in so große Höhen zu verlegen, daß die absoluten Kraftstoffverbräuche wieder tragbar werden. Das ist aber eine Frage, wie weit sich die Schubleistung eines Triebwerkes pro Tonne Gewicht und pro m² Stirnfläche steigern läßt. Selbstverständlich würde die Ausnutzung der Kernenergie hier besondere Vorteile bieten, und in allen wichtigen Luftfahrt-Triebwerksentwicklungszentren sind heute bereits besondere Entwicklungsstellen gebildet worden, die sich ausschließlich mit der Anwendung der Kernenergie für Luftfahrt-Triebwerke befassen.

Wenn nun all diese Fragen gelöst sein würden, so wäre doch eine der wichtigsten noch nicht gelöst, nämlich die Frage der Starts und der Landung.

Bekanntlich ist mit der Zunahme der Reisegeschwindigkeit auch gleichzeitig die Abhebe- bzw. Landegeschwindigkeit angewachsen

und damit auch die Länge der erforderlichen Startbahnen. Unglücklicherweise haben aber Profile, die für den Überschallflug geeignet sind, ganz besonders schlechte Auftriebs Eigenschaften. Man hat sich zwar bemüht, durch besondere Vorflügel und Nasenklappen und ganz besonders komplizierte Landeklappen diesem Übelstand abzuwehren, aber auch die mit solchen Landehilfen erreichbaren Kleinstgeschwindigkeiten blieben unbefriedigend. Die Konstrukteure der ganzen Welt arbeiten deshalb seit längerer Zeit an einer ganzen Reihe von Verfahren, um von den dadurch bedingten überdimensionalen Flugplätzen wegzukommen. Unter diesen neuen Methoden hat besonders das Senkrecht-Start- und -Landeverfahren größeres Interesse gewonnen.

Erst in jüngster Zeit wird aber ein Verfahren wieder erprobt und angewendet, das bereits früher — wenn auch nicht in seiner ganzen Tragweite — erkannt worden war.

Bekanntlich kann man ja sowohl durch Absaugen wie auch durch Ausblasen von Luftmengen die Auftriebsverteilung und damit auch den Gesamtauftrieb erheblich verändern. Während man früher wegen der kleineren hierfür erforderlichen Luftmengen hauptsächlich den ersten Weg gegangen ist, bestehen aber beim Strahltrieb besonders gute Voraussetzungen, auch den zweiten Weg erfolgreich anzuwenden. Eine besonders gut geeignete Stelle für den Luftaustritt ist hierbei die Hinterkante des Profils (Bild 9).

Bei allerdings sehr großen Luftmengen läßt sich hierbei der Auftrieb für ein gegebenes Profil bis auf den 15fachen Betrag steigern, und selbst gegenüber der besten bisher bekannten Landehilfe wurden etwa 8- bis 10mal bessere Werte gemessen. Hinzu kommt noch, daß diese Höchstauftriebe bei sehr kleinen Anstellwinkeln auftreten, also nicht erforderlich machen, daß der Flugzeugführer bei Start und Landung extreme Fluglagen einsteuern muß.

Da besonders bei Überschallflugzeugen sehr große Luftmengen aus den Strahltriebwerken zur Verfügung stehen würden und der Strahlaustritt aus der Hinterkante ebenfalls wirksamgrad-



Bild 10. Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug IL 14 P

mäßig nicht ungünstig ist, scheint hier ein Mittel vorzuliegen, mit dem auch bei höchsten Fluggeschwindigkeiten doch noch für den Flugbetrieb tragbare Start- und Landestrecken möglich gemacht werden können.

Wie wir aus dem Vorhergesagten ersehen können und, ohne auch nur im geringsten auf die ebenfalls noch erheblich weiterzuentwickelnden Luftfahrtgeräte überhaupt eingegangen zu sein, erkennen wir, daß wir überall erst am Anfang einer neuen Epoche der Entwicklung stehen und daß von unserer Seite ungeheure Anstrengungen gemacht werden müssen, wenn wir mit dieser Entwicklung Schritt halten, und noch größere, wenn wir selbst mit zu weiteren Erfolgen beitragen wollen.

Wozu diene nun dieser Ausblick auf die in nicht allzu ferner Zeit anlaufenden Perspektivaufgaben der Flugzeugindustrie? Es wurde versucht aufzuzeigen, daß einmal die Entwicklung des Flugzeugbaues noch lange nicht abgeschlossen ist und daß zum

anderen sich bereits heute Wege abzeichnen, auf denen eine *erfolgreiche Weiterentwicklung auch in der Zukunft erkennbar* ist. Es sollte aber auch klargelegt werden, daß die Probleme im Flugzeugbau nicht kleiner werden, sondern mit Fortschreiten der Entwicklung selbst größer werden und zu immer größerem Einsatz von Mitteln zwingen.

Mit dem erfolgreich begonnenen Nachbau der IL 14 P (Bild 10) haben wir erst die unterste Etappe der Entwicklung erreicht. Wenn wir damit auch die Sofortbedürfnisse der Deutschen Luft-hansa befriedigen werden, so müssen wir doch alles daransetzen, die zweite Etappe ebenfalls schnell zu erreichen, um durch den Bau von schnellen Turbinenstrahl- und Propellerturbinen-Verkehrsflugzeugen auch den Flugverkehr auf den mittleren Flugstrecken mit eigenen Flugzeugen zu beschleunigen und darüber hinaus mit diesen Flugzeugen einen wichtigen Exportartikel zu schaffen.

Diese Entwicklung wird unsere ganze Kraft beanspruchen, aber wir dürfen über diesen Aufgaben nicht das große Ziel aus den Augen verlieren. Wir glauben und wir werden dieses Ziel auch ohne den Bau von Kampfflugzeugen erreichen, der in der Bundesrepublik jetzt leider beginnt. Gemeinsam mit unseren Brüdern im Westen würden wir das Ziel viel leichter erreichen; auch aus diesem Grunde ist die Wiedervereinigung unseres Vaterlandes von großer Bedeutung.

Glücklicherweise werden wir auch weiterhin für die kommende Entwicklung die tatkräftige Unterstützung der Sowjetunion besitzen und durch die freundschaftliche Koordinierung aller Aufgaben auf dem Gebiete der Forschung und Entwicklung und beim Bau von Flugzeugen, Triebwerken und Geräten innerhalb der Länder der Volksdemokratie den auf uns entfallenden Anteil in für die Deutsche Demokratische Republik erträglichen Grenzen halten können.

Flu 101

Warum Windkanäle?

Von Dipl.-Ing. O. Everling

Von dem bekannten Aerodynamiker Th. v. Kármán wird erzählt, er hätte einem seiner strömungstechnischen Bücher das Motto voranstellen wollen: Die Luft ist ein Aas! Jeder, der mit Strömungsfragen zu tun hat, wird schon einen ähnlichen Seufzer ausgestoßen haben, wenn die Luft sich wieder einmal nicht so verhielt, wie er es erwartet hatte. Trotz der sehr intensiven theoretischen Bemühungen und der unbestreitbar gewaltigen Fortschritte in der mathematisch-rechnerischen Strömungsforschung gibt es bei jeder Neuentwicklung Überraschungen. Und weil gerade im Flugzeugbau der Kampf um die letzten Prozente an Wirkungsgrad und Leistung so unerbittlich geführt werden muß, wenn man Schritt halten will, sind solche Überraschungen doppelt unangenehm.

Was hilft uns nun aus dieser Schwierigkeit? Als der Menschenflug noch ein unerfüllter Traum war, aber technisch erfüllbar schien, da beschäftigten sich an vielen Stellen ernsthaft forschende Männer mit diesem Problem. Sie beobachteten unser Vorbild in der Natur, den Vogelflug, und machten sich theoretisch ordnende Gedanken darüber. Aber die Ansätze, die die Theorie damals liefern konnte, führten zu so wirklichkeitsfernen Ergebnissen, daß sie keine Hilfe bedeuteten. Also griff man zur bewußt geführten Naturbeobachtung, nämlich zum Versuch.

Da wurden Vogelflügel oder ähnliche Gebilde auf Rundlaufapparaten oder im freien Modellflug untersucht, und es ergaben sich die ersten Erfahrungen über die Kräfte, die die Luft auf solche Flächen ausübt. Da wagten es mutige Männer, selbst mit derartigen Geräten Gleitflüge zu unternehmen, allen voran der im Jahre 1896 tödlich verunglückte Otto Lilienthal. Sein Buch „Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst“ enthält schon eine Fülle wohlgeordneter Beobachtungsmaterials. Aber es fehlte noch die Möglichkeit, ohne Risiko und unabhängig von Wetter und Wind die Eigenschaften der Fluggeräte zu untersuchen.

Hier führte eine wichtige Erkenntnis weiter: Es ist gleichgültig, ob sich ein Körper gegen die ruhende Luft bewegt oder ob Luft gegen einen ruhenden Körper strömt, die Kraftwirkungen sind in beiden Fällen die gleichen. Damit war der Weg gewiesen für das wichtigste Forschungsmittel der Aerodynamik, für den Windkanal. Er dient dazu, einen gleichförmigen Windstrom gegen ein Modell zu blasen, das an einer Waage verstellbar befestigt ist und so die Luftkräfte eindeutig zu messen gestattet.

Der Bau der ersten Windkanäle begann etwa zu der gleichen Zeit, als die ersten Motorflüge stattfanden und überall die Flugbegeisterung anschwellte. In Paris war es Eiffel, in Göttingen Prandtl, in Moskau Shukowski und in anderen Ländern andere

Pioniere der Luftfahrtwissenschaft, die Windkanäle errichteten, und bald liefen in allen Fliegerei-treibenden Staaten solche Anlagen. Dabei wurden verschiedene Bauarten entwickelt, deren Hauptmerkmale hier kurz angegeben seien.

Zweck des Windkanals ist es, einen möglichst gleichmäßigen Luftstrom von nicht zu kleiner Geschwindigkeit gegen ein Modell zu blasen, das an einer Wägenrichtung befestigt wird, so daß man die Luftkräfte messen kann. Eiffel entwickelte die sogenannte französische Bauart (Bild 1). Bei ihr befindet sich die Meßstrecke *a*, in der das Modell aufgehängt wird, in einer Kammer *g*; in diese Kammer mündet auf der einen Seite die Düse *d* mit dem Gleichrichter *f*, auf der anderen der Auffangtrichter mit anschließendem Diffusor *e* und dem antreibenden luftschraubenartigen Gebläse *c* mit Elektromotor. Wenn das Gebläse läuft, saugt es die Luft durch den Diffusor *e* aus der Kammer *g*, die sich wieder durch die Düse *d* mit Luft füllt. Die nachströmende Luft bildet einen Strahl, der durch die Meßstrecke *a* in den Auffangtrichter strömt. Die Kammer *g* erhält dabei Unterdruck, der um so stärker ist, je schneller die Luft strömt, und sie muß fest genug gebaut sein, um den Unterdruck aushalten zu können. Er ist zwar nicht sehr groß (100 mm Wassersäule oder $1 \frac{1}{100}$ at bei 40 m/s oder 144 km/h und 300 mm WS oder etwa $1 \frac{1}{30}$ at bei 70 m/s oder 250 km/h), aber die Meßkammern haben, besonders bei größeren Kanälen dieser Bauart, den Umfang ganzer Häuser und kosten einigen Bauaufwand. Der größte Nachteil dieser Bauart ist aber, daß die Luft immer wieder neu beschleunigt werden muß und daß daher der Leistungsbedarf dieser Kanäle sehr groß ist.

Verwandt mit dieser Bauart ist die sogenannte englische (Bild 2), die ebenfalls die Luft immer wieder neu in Bewegung setzen muß, aber auf eine besondere Meßkammer verzichtet. Sie besitzt eine „geschlossene“ Meßstrecke, die von Wänden eingeschlossen ist und unter dem gleichen Unterdruck steht wie die Kammer bei der Eiffel-Bauart. Das hat den Nachteil, daß man an das Modell nicht direkt heran kann.

Am meisten verbreitet ist die deutsche oder Göttinger Bauart (Bild 3), die eine offene Meßstrecke, aber keine Unterdruckkammer besitzt. Bei ihr wird die vom Gebläse *c* in Bewegung gesetzte Luft durch das Kanalrohr *b*, den Gleichrichter *e* und die Düse *f* in die Meßstrecke geblasen, um durch den Auffangtrichter über Umlenk-schaufeln *d* dem Gebläse wieder zuzuströmen. Zwar bedeutet das Kanalrohr zum Zurückführen der Luft einen erheblichen Bauaufwand, aber weil die bewegte Luft wieder aufgefangen wird, muß sie nicht stets aus der Ruhe neu beschleunigt werden, und die erforderliche Antriebsleistung ist viel kleiner als bei den vorhergenannten Bauarten. Dieser wesentliche Vorteil ist der Hauptgrund für die weite Verbreitung gerade der Göttinger Bauart.

Während um 1910 die Kanalleistungen noch unter 100 PS lagen, stiegen sie alle 12 Jahre mit erstaunlicher Gleichmäßigkeit auf das Zehnfache, so daß die größten Kanäle um das Jahr 1950 über 100 000 PS erforderten. Diese gewaltigen Leistungen können natürlich nicht mehr aus dem Kraftnetz entnommen werden, sondern verlangen den Bau besonderer Kraftwerke.

Da ein Kanal bei doppeltem Durchmesser die vierfache Leistung und bei doppelter Geschwindigkeit die achtfache Leistung verlangt, ist auch die Ursache der riesigen PS-Zahlen erkannt. Sie liegt in der Vergrößerung und der höheren Geschwindigkeit der Kanäle. Während der erste Kanal von Prandtl in Göttingen (1907) bei 1,2 m Durchmesser und 30 m/s Geschwindigkeit ganze 35 PS gebrauchte, besitzt der größte bekannt gewordene Kanal 18 m Durchmesser und 110 m/s Geschwindigkeit. Er verschlingt 150 000 PS! Ein anderer, „nur“ 8 m großer Kanal mit über

300 m/s, das sind über 1100 km/h, bringt es immerhin auf 110 000 PS.

Was veranlaßt nun den Bau so riesiger und kostspieliger Anlagen? Man fand bald heraus, daß noch so sorgfältige Messungen an kleinen Modellen und bei kleinen Geschwindigkeiten nicht die Luftkräfte ergaben, die am großen Flugzeug mit seinen höheren Geschwindigkeiten wirklich auftreten. Das ist den Modellflugzeugbauern wohl bekannt. Sie wissen, daß man ein Flugzeug nicht einfach verkleinert kopieren kann, sondern daß jeder Größenbereich seine eigenen Gesetze besitzt. Aber bis man das heraus hatte, mußte viel Lehrgeld bezahlt werden. Rein theoretisch konnte man leider die Modellergebnisse nicht immer genau genug auf die Großausführung umrechnen, und es entstand das Bedürfnis nach Versuchen in immer größerem Maßstab. Diese sind nicht nur wegen der teuren Kanäle und des großen Stromverbrauchs kostspielig, sondern es müssen auch die großen Modelle wie Flugzeugteile konstruiert und gebaut werden, und etwa notwendige Änderungen sind sehr umständlich. Heute sind wir nach sorgfältiger Auswertung der Großversuche so weit, daß wir die meisten Eigenschaften des Flugzeugs und seiner Teile

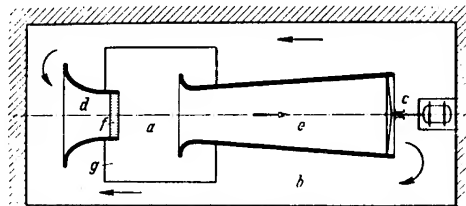


Bild 1. Französische Windkanal-Bauart

a Meßstrecke *b* offene Rückführung *c* Gebläse *d* Düse
e Diffusor *f* Gleichrichter *g* Unterdruck-Kammer

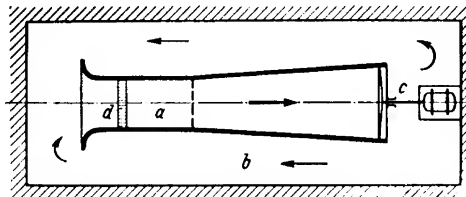


Bild 2. Englische Windkanal-Bauart

a geschlossene Meßstrecke *b* offene Rückführung *c* Gebläse
d Gleichrichter

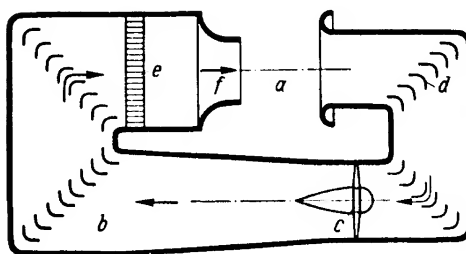


Bild 3. Deutsche Windkanal-Bauart

a offene Meßstrecke *b* Kanalrohr *c* Gebläse
d Umlenk-schaufeln *e* Gleichrichter *f* Düse

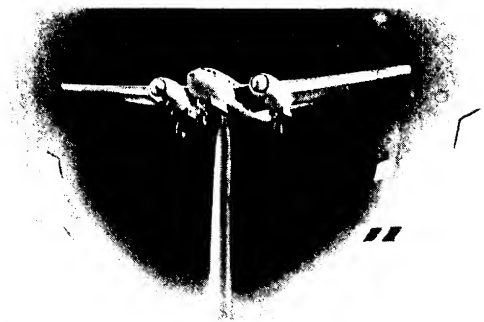


Bild 4. Modell eines zweimotorigen Flugzeuges von etwa $\frac{1}{10}$ der wirklichen Größe im 5,8-m-Überdruckwindkanal, drehbar montiert für Wendemomentmessungen.

aus Versuchen in kleinerem Maßstabe genau genug errechnen können. Daher wird wohl mit den genannten Kanälen das Anwachsen dieser Anlagen beendet sein.

Dafür gibt es noch einen weiteren Grund. Die moderne Meßtechnik erlaubt es uns, Versuche an unbemannten frei fliegenden Modellen zu machen. Diese Modelle funken die gewünschten Meßwerte zur Bodenstelle, und man kann also nach eingehenden Versuchen in einem nicht allzu großen Windkanal ein fliegendes Modell bauen und dessen Verhalten prüfen, ohne dabei das Leben eines Piloten zu gefährden und ohne einen allzu großen Bauaufwand treiben zu müssen. Man umgeht also die Messung in einem Riesenkanal.

Außer der Größe der Modelle war es mit fortschreitender Entwicklung der Fliegerei immer mehr die wachsende Fluggeschwindigkeit, die die Kanalversuche ungenau werden ließ. Daher wurden die Kanäle, wie der zweite genannte Großkanal zeigt, auch immer schneller. Hier setzt nun die Annäherung an die Schallgeschwindigkeit der Übertragung von Versuchsergebnissen eine unübersteigbare Grenze entgegen, wenn sie nicht mit der gleichen Geschwindigkeit ermittelt wurden. Das beginnt schon bei den heute bereits mit Verkehrsflugzeugen geflogenen Geschwindigkeiten von etwa 250 m/s oder 900 km/h. Fragen für diese und noch schnellere Flugzeuge können zwar in langsameren Kanälen vorgeklärt, aber erst in gleich schnellen Kanälen endgültig entschieden werden. Über Hochgeschwindigkeitskanäle wird ein anderes Mal berichtet werden.

Man kann auch in einem kleineren und langsameren Kanal die Verhältnisse der Großausführung recht gut wiedergeben, wenn man in ihm Druckluft umlaufen läßt (Bild 4). So hat man ganze Kanäle, deren Form dem natürlich angepaßt werden mußte, unter einen Überdruck von 20 at gesetzt und damit gute Ergebnisse erzielt, ohne allzu große Leistungen aufwenden zu müssen. Aber unbequem ist die Messerei im Überdruck dennoch. Selbst mit Wasserströmung hat man einige Fragen klären können, welche die Luftströmung betrafen.

Es sind nicht nur Neuentwicklungen ganzer Flugzeuge, die die Kanäle beschäftigen, oder ihre Einzelteile, wie Flügel und ihre Profile, Leitwerke, Klappen, Kühlerverkleidungen, Anbauten usw., sondern es sollen auch Meßgeräte geeicht oder neue Rennwagenverkleidungen entwickelt werden. Selbst die Werften wenden sich an die Windkanäle, wenn sie z. B. die Frage klären wollen, wie sie die Schornsteine an den Fahrgastschiffen ausbilden müssen, damit die Passagiere auf dem Oberdeck nicht bei Seitenwind vom Rauch belästigt werden.

Die Windkanalmeßtechnik hat sich zu einem besonderen Zweig der Luftfahrtforschung entwickelt. Sie muß nicht nur die besten Wege suchen, um die Modelle so zu befestigen, daß die Aufhängung zwar die notwendigen Meßkräfte überträgt, aber möglichst geringen Einfluß auf das Meßergebnis besitzt, sie muß auch unter den verschiedenen Meßverfahren das zweckmäßigste auswählen können und vor allem die Übertragbarkeit der Ergebnisse genau beurteilen können. Auch der Windkanal-Meßtechniker darf nicht nur seine enge Spezialaufgabe sehen, er muß, wie alle anderen Mitarbeiter an der Flugzeugentwicklung, den Blick auf das Ganze richten, und er soll möglichst auch die Sorgen des Flugmechanikers, des Statikers und des Gerätemannes kennen und begreifen, damit in der Zusammenarbeit ein Flugzeug aus einem Guß entsteht, das seine Aufgaben mit Erfolg durchführen kann. Wir in der Fliegerei können uns noch weniger als andere Industriezweige leisten, auch nur ein einziges Prozent an Gewicht oder Geschwindigkeit, das wir gewinnen können, zu verschenken, und wir sind mehr noch als andere verpflichtet, die Sicherheit allem anderen voranzustellen. Dann bei uns kann das kleinste Versagen Menschenleben kosten, gleichgültig, ob es am Reißbrett, in der Werkstatt oder bei den Vorversuchen im Windkanal sich einschleicht.

Warum Windkanäle? Die vielfältigen hier nur angedeuteten Aufgaben beweisen ihre Notwendigkeit, und sie zeigen auch, daß man sie beide braucht, die großen und die kleinen, wenn man Schritt halten will in der stürmischen Entwicklung der Luftfahrt.

Flu 106

Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug IL 14P

Die auf der zweiten Umschlagseite dieses Heftes im Bild gezeigte IL 14 P ist für den Einsatz auf mittleren Luftverkehrsstrecken vorgesehen. Als Tiefdecker ausgebildet und in Ganzmetallbauweise ausgeführt, besitzt das Flugzeug einen geräumigen Rumpf zur Aufnahme von sechsundzwanzig Fluggästen und fünf Personen als Besatzung. Die wichtigsten technischen Kennwerte sind:

Abmessungen

Spannweite	31,7 m
Länge	21,3 m
Höhe	7,9 m
Tragflächeninhalt	100 m ²

Gewichte (Ausführung für 26 Fluggäste)

Rüstgewicht	12100 kg
Zuladung	4400 kg
Fluggewicht	16500 kg

Leistungen

Wirtschaftliche Reisefluggeschwindigkeit	320 km/h
Einsatzstrecke	1500 km
Dienstgipfelhöhe	7000 m

Der Reiseflug kann bei Ausfall eines Motors ohne Gefahr einmotorig fortgeführt werden.

Flu 107

Festigkeitsfragen im Flugzeugbau

Von Obering. W. Günther

Ein Flugzeug ist bei Start, Landung und während des Fluges Beanspruchungen unterworfen, denen es ohne Beschädigungen widerstehen muß. Es muß also genügend Festigkeit und Steifigkeit besitzen. Eine andere Forderung ist, daß das Flugzeug so leicht wie nur irgend möglich sein soll. Um diese drei Forderungen — fest, steif und leicht — zu realisieren, ist bei der Konstruktion des Flugzeuges ein großer Berechnungs- und Versuchsaufwand notwendig.

Die Festigkeitsforderungen, denen ein Flugzeug während des Betriebes gewachsen sein muß, sind in den Festigkeitsvorschriften festgelegt. Diese sind auf Grund von theoretischen Überlegungen, praktischen Erfahrungen, Windkanal-Untersuchungen und Beanspruchungsmessungen während des Betriebes entstanden.

Grundlegende Daten für die Festigkeitsberechnung eines Flugzeuges sind das sichere Lastvielfache n_{st} , der Staudruck q und die Sicherheitszahl gegen Bruch j .

Das sichere Lastvielfache ist der Faktor, mit dem das Fluggewicht multipliziert werden muß, um den Beanspruchungszustand zu erreichen, der beim Abfangen des Flugzeuges bzw. bei einer Böe maximal am Flugzeug auftreten kann.

Das sichere Lastvielfache kann einmal während des Abfangens eines Flugzeuges durch Höhenruderbetätigung des Piloten oder aber auch durch eine plötzliche vertikale Bewegung der Luft, d. h. durch Böenwirkung, auftreten. Als Staudruck bezeichnet man den Überdruck, der bei voller Stauung einer Luftströmung von der Dichte ρ und der Geschwindigkeit v entsteht.

Der Staudruck errechnet sich nach der Formel $q = \frac{\rho}{2} \cdot v^2$, worin ρ die Dichte der Luft und v die Geschwindigkeit des Flugzeuges in m/s bedeuten. Wichtig ist weiterhin, welche Sicherheitszahl anzusetzen ist. Die Sicherheitszahl gegen Bruch ist der Faktor, mit dem der sichere Beanspruchungszustand multipliziert werden muß, um den Zustand zu erreichen, bei dem das Flugzeug zerbrechen darf. Diese Sicherheitszahl soll verschiedene Einflüsse decken, wie ungenaue Lastannahmen, ungenaue Kräfteermittlung, ungenaue Erfassung der Spannungen, Fehler im Werkstoff, Fehler in der Herstellung und bei der Kontrolle. Die Größe dieser Sicherheit gegen Bruch ist, abgesehen von gewissen Ausnahmen, $j = 1,5$.

Damit sich das Flugzeug im Betrieb, d. h. bei Auftreten der sicheren Last, nicht bleibend verformt, besteht in den Festigkeitsvorschriften noch die Forderung, daß bei der 1,1fachen sicheren Last keine bleibenden Verformungen zurückbleiben, d. h. daß das Material bei dieser Last nur bis zur Streckgrenze beansprucht werden darf.

Unter Zugrundelegung der in den Festigkeitsvorschriften geforderten Lastannahmen werden die im Rumpf, Flügel, Leitwerk und Fahrwerk wirkenden Kräfte rechnerisch ermittelt und die einzelnen Bauteile bemessen, d. h. es werden die notwendigen Wanddicken jedes einzelnen Bauteiles mit Hilfe der Festigkeitslehre des Leichtbaues rechnerisch ermittelt. Zur Kontrolle werden jedoch Belastungs- bzw. Bruchversuche mit verschiedenen Bauteilen gemacht. Es gibt aber auch eine Reihe von dünnwandigen Flugzeugbauteilen, z. B. gekrümmte Rumpfschalen oder ebene Tragwerksschalen, die einer genauen Rechnung noch nicht zugänglich sind. Hierfür werden umfangreiche Versuche gemacht um die zulässigen Belastungen zu ermitteln und um Unterlagen für die Erarbeitung von neuen Berechnungsmethoden zu erhalten. Neben der Feststellung der Bruchlast werden bei diesen Versuchen wichtige Erkenntnisse über das Auftreten von Beulen und Falten gewonnen.

Ein wichtiges Bauelement ist der ebene Blechträger. Er wird zur Übertragung von Querkraften in Flügeln, Leitwerken und Rümpfen verwendet. Er kann für die geforderte Last als Schubfeld oder als Zugfeldträger ausgebildet werden. Als Schubfeld bezeichnet man ihn, wenn er die geforderte Last überträgt, ohne auszubeulen, d. h. ohne Falten zu werfen; er wird Zugblechträger genannt, wenn er vor Erreichen der geforderten Last ausbeult, d. h. sich in Falten legt. Ob der Blechträger als Schubfeld oder als Zugfeld ausgebildet wird, hängt von der geforderten Beulsteifigkeit ab.

Das die Querkraft übertragende Element des Blechträgers ist das Stegblech. Zur Erhöhung der Beullast werden in gewissen Abständen Pfetten aufgenietet. Je dicker das Stegblech gewählt wird bzw. je enger die Pfetten gesetzt werden, um so später bilden sich Falten aus, d. h. um so größer ist die Beullast, um so größer ist aber auch das Gewicht des Blechträgers. Da das Gewicht des Flugzeuges zur Erreichung von optimalen Leistungen aber so klein wie möglich sein muß, ist es erforderlich, auch die

Bild 1. Beginn der Faltenbildung bei einem Blechträger

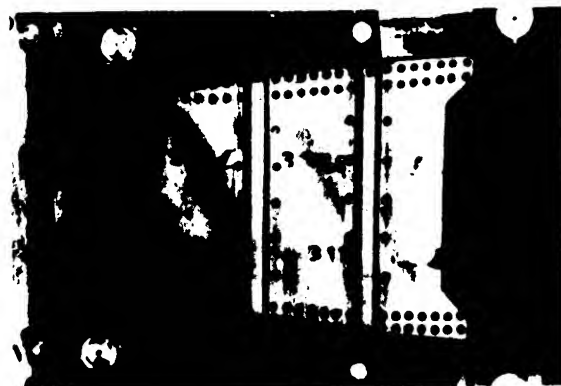
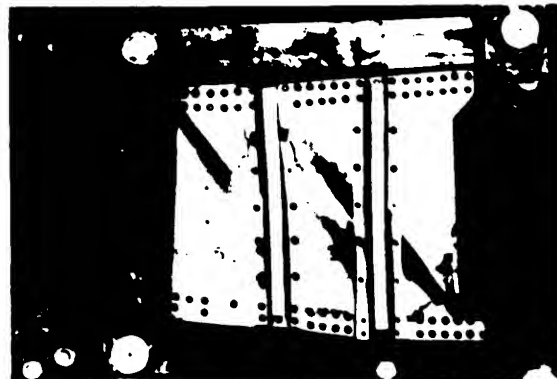


Bild 2. Aussehen eines Blechträgers nach dem Bruch. A black and white photograph showing the same rectangular metal plate with vertical stiffeners as in Bild 1, but after complete failure. The plate is severely deformed, with large, deep folds and buckles visible between the stiffeners, and the overall structure is distorted.



Beuleitfähigkeit des Stegbleches nur so hoch zu fordern, wie es gerade eben notwendig ist.

Blechträger zur Übertragung von Querkraften werden auch z. B. im Kranbau verwendet. Jedoch wird dort das Stegblech als Schubfeld ausgebildet. Lediglich im Flugzeugbau hat sich der Zugfeldträger aus Gewichtsgründen eingebürgert.

Bild 1 zeigt einen Blechträger mit zwei Pfetten, die als Hutprofile ausgebildet sind, wobei die Wanddicke der Pfetten 2 mm beträgt. Das Stegblech beginnt gerade, sich unter der aufgetragenen Last zwischen den Pfetten in Falten zu legen. Bei weiterer Steigerung der aufgetragenen Last vertiefen sich die Falten in den einzelnen Feldern. Die Pfetten verhindern zunächst das Ausbreiten der Falte eines Feldes in das Nachbarfeld. Erst nach Versagen der Pfette oder ihrer Vernietung mit dem Blechfeld hat die Falte die Möglichkeit, sich in das Nebenfeld zu erstrecken.

Bild 2 zeigt den Blechträger im Augenblick des Bruches. Die am Blech liegenden Schenkel der Pfetten sind im Bereich der durchgehenden Falte verbogen und die Pfettennietung ist zerstört. Das Stegblech ist in der oberen linken Ecke senkrecht zur Faltenrichtung und weiter in dem durch die Randnietung geschwächten Blechquerschnitt gerissen.

Der mittlere Querschnitt des Stegbleches betrug in dem beschriebenen Versuch $F = 2700 \text{ mm}^2$. Die Last bei Beginn der Faltenbildung betrug 35000 kg, die Last beim Bruch 40000 kg.

Zur Übertragung der Querkraften werden im Rumpf gekrümmte Blechträger verwendet, die gleichzeitig die Rumpfschalenwand, Rumpfoberseite und Rumpfunterseite darstellen und als Schalen bezeichnet werden; gekrümmte Blechträger sind ähnlich aufgebaut wie ebene Blechträger. Die Pfetten können dabei in Umfangsrichtung der Krümmung oder senkrecht dazu angeordnet sein. Im ersten Fall sind die Pfetten gekrümmt, im zweiten Fall gerade. Vergleicht man einen gekrümmten Blechträger mit einem ebenen Blechträger gleicher Höhe, gleicher Blechdicke und gleichem Pfettenabstand unter Last, so beult der gekrümmte Träger erst bei höheren Lasten,

Wenn jedoch die Falten sich einmal ausgebildet haben, so gibt es früher bleibende Falten als bei ebenen Trägern. Die Bilder 3 und 4 zeigen eine Rumpfschale mit enger Pfettenteilung. Die Pfetten sind als Z-Profile ausgebildet mit einer Wanddicke von 1,5 mm; die Blechdicke des Hautbleches beträgt ebenfalls 1,5 mm. Der Querschnitt des Hautbleches ist $F = 1500 \text{ mm}^2$. Bei dem gezeigten Versuch begann das Blech bei einer Last von 15000 kg zu beulen, während der Bruch bei einer Last von 21000 kg erfolgte. Hierbei bildete sich eine besonders ausgeprägte Falte aus, die dann eine Anzahl von Pfetten zum Ausknicken brachte.

Durch die laufend höher werdenden Anforderungen an ein modernes Flugzeug müßten die Rüstgewichte der Flugzeuge laufend steigen. Um aber trotzdem noch genügend Nutzlast mitnehmen zu können, werden die größten Anstrengungen gemacht, um die Rüstgewichte in tragbaren Grenzen zu halten. Aus diesem Grunde strebt man neben der Forderung nach besseren Fertigungsmöglichkeiten immer neue, hinsichtlich des Gewichtes bessere Bauweisen an. Zur Ermittlung der günstigsten Bauweise müssen jedoch sehr viele Versuche gemacht werden; dabei werden die Wanddicken der Behälterung wie auch die der Pfetten

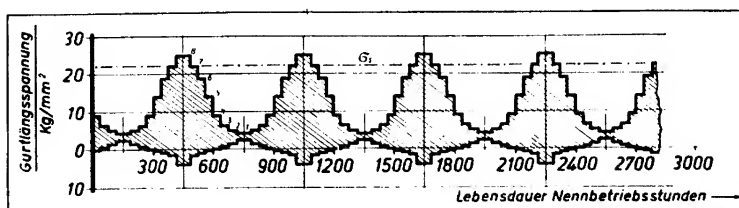


Bild 5. Belastungszyklus für einen Leitwerksträger

und die Pfettenteilung verändert. Es wird auch bei Rümpfen mit Fensterausschnitten eine Reihe von Versuchen gemacht, um zu ermitteln, ob die gewählte Fensterkonstruktion den Festigkeitsanforderungen entspricht.

Wenn ein Flugzeug nun auf statische Festigkeit, d. h. auf eine einmal nur auftretende gedachte Höchstlast, ausreichend bemessen worden ist, so steht noch die Frage nach der mit dieser Konstruktion erreichbaren Lebensdauer offen. Von modernen Verkehrsflugzeugen wird eine Lebensdauer von 20000 bis 30000 Betriebsstunden verlangt.

Da heute die Lehre von der Ermüdungsfestigkeit noch nicht so weit fortgeschritten ist, daß man jedes Bauteil auf ausreichende Ermüdungsfestigkeit vorausberechnen kann, ist man zunächst noch vorwiegend auf ein ermüdungsfestigkeitsmäßiges Konstruieren und auf nachträgliche Versuche angewiesen. Vom Statiker und Konstrukteur muß also bei der Konstruktion der einzelnen Bauteile besonders darauf geachtet werden, daß keine Spannungsspitzen vorhanden sind.

Spannungsspitzen treten an zu plötzlichen Übergängen von einem Querschnitt in einen anderen, an zu eng sitzenden Nietlöchern, an Kerben, Bohrungen, Kratzern usw. auf. Die Spannungsspitzen rufen bei wiederholter Belastung nach einer gewissen Zeit eine vorzeitige Ermüdung des verwendeten Werkstoffes hervor. Es treten Anrisse an den betreffenden Stellen auf, die sich schnell vergrößern und dann bald zum Bruch führen. Dabei kommt es sehr auf den Werkstoff selbst an. Eine Durallegierung mit einer Bruchfestigkeit von 50 bis 60 kg/mm² ist hinsichtlich der Ermüdungsfestigkeit wesentlich gefährdeter als eine Durallegierung mit einer Festigkeit von nur 40 kg/mm².

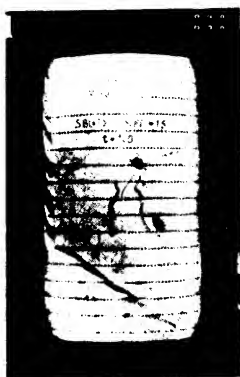


Bild 3. Außenseite einer Rumpfschale nach dem Bruch



Bild 4. Innenseite einer Rumpfschale nach dem Bruch

Wichtig ist nun die Frage, wie oft die Lasten auftreten und welche Größe sie haben. Ein Flugzeug ist im Betrieb Beanspruchungen unterworfen, die ihre Größe dauernd verändern; bei Start und Landung sind es die Rollstöße und in der Luft u. a. die Böenbeanspruchungen. Um zu wissen, wie oft und wie heftig z. B. Böen das Flugzeug beanspruchen, werden an fliegenden Flugzeugen Messungen ausgeführt. Diese werden dann ausgewertet und aus den Ergebnissen wird ein Belastungszyklus zusammengestellt, den man Versuchen mit festigkeitsgefährdeten Bauteilen zugrunde legt. Aus dem Zyklus (Bild 5) ist zu ersehen, wie oft und mit welcher Last das Bauteil belastet werden muß. Ein bestimmter Abschnitt ist gleichbedeutend mit einer bestimmten Betriebsstundenzahl.

Das zu untersuchende Bauteil, z. B. ein Leitwerkträger (Bild 6), wird an dem einen Ende in einer Vorrichtung fest gelagert und an dem anderen Ende durch dem Belastungszyklus entsprechende Kräfte belastet. Aus der Anzahl der ertragenen Lastwechsel bis zum Ermüdungsbruch kann man dann ermitteln, wie hoch die Lebensdauer des untersuchten Versuchsstückes ist. Kostspieliger als diese Ermüdungsversuche an einzelnen Bauteilen werden jedoch die Versuche, bei denen ganze Rümpfe und Flügel auf ausreichende Ermüdungsfestigkeit nachgeprüft werden müssen. Dies ist vor allem bei Flugzeugen notwendig, die mit druckdichten Kabinen ausgerüstet sind. Unfälle in den letzten Jahren mit dem englischen Flugzeug „Comet“ haben gezeigt, daß beim Auftreten von Rissen in der Beplankung der Kabine eine Katastrophe eintritt.

Um den Nachweis ausreichender Ermüdungsfestigkeit für druckdichte Rümpfe zu erbringen, ist man dazu übergegangen, den

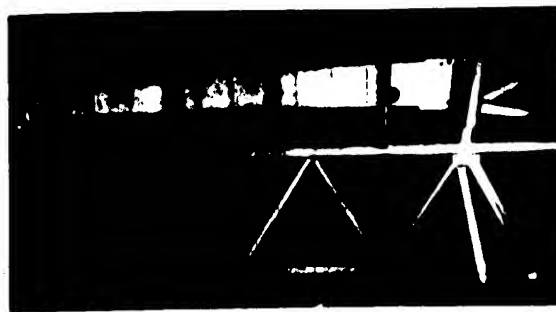


Bild 6. Versuchsaufbau für Ermüdungsversuche bei einem Leitwerkträger

zu untersuchenden Rumpf in einem Wassertank zu lagern, die Kabine selbst mit Wasser zu füllen und die in Wirklichkeit auftretenden Beanspruchungen durch Aufbringen des Kabinennendruckes, durch Erhöhen der Wassersäule der Kabine und durch Aufbringen der sonst am Rumpf angreifenden Kräfte nach einem hierfür geeigneten Belastungszyklus nachzuahmen. Aus der Anzahl der ertragenen Lastwechsel bis zum Bruch kann man die Lebensdauer des betreffenden Rumpfes ermitteln. Die Ermittlung der Lastannahmen und Kräfte, die Bemessung und der Nachweis der statischen Festigkeit sowie der Ermüdungsfestigkeit durch Rechnung und Versuch sind eine umfangreiche und schwierige Arbeit. Sie ist aber notwendig, um leicht, fest und steif zu bauen. Sie trägt dazu bei, die notwendige Sicherheit und optimale Leistung der Flugzeuge zu erreichen.

Flu 105

Die Messung der Dicke von Korrosionsschutzschichten nach dem Lichtschnittverfahren

Von Ing. M. Nauthal

Für die Beurteilung der Brauchbarkeit von Korrosionsschutzschichten ist neben anderen Faktoren die Kenntnis der Schichtdicke von wesentlicher Bedeutung. Das liegt einmal darin begründet, daß von der Dicke der Schicht ihre korrosionsschützende Wirkung abhängig ist und sich zum anderen bei den meisten in der Technik üblichen Oberflächenschutzschichten mit der Dicke auch ihr Gewicht erhöht; ein Umstand, der gerade im Flugzeugbau nicht unterschätzt werden sollte.

Gebäuchliche Methoden der Schichtdickenmessung

Die meßtechnische Erfassung von Schichtdicken bereitet gewisse Schwierigkeiten, die sich nicht zuletzt daraus ergeben, daß die zu messenden Werte sehr klein sind; sie bewegen sich oft nur in der Größenordnung einiger μ . Es sind im Laufe der Zeit mehrere, z. T. nach DIN genormte Meßmethoden bekannt geworden, von denen die gebräuchlichsten hier kurz erwähnt seien.

Zunächst wäre die mikroskopische Bestimmung der Schichtdicke nach DIN 50950 zu nennen, bei der die aus dem zu untersuchenden Werkstück entnommene Probe senkrecht zur Schichtoberfläche angeschliffen und poliert wird. Die im Querschnitt erscheinende Schicht kann dann, nachdem die Schlißfläche zur Erhöhung des Kontrastes gegebenenfalls angeätzt wurde, unter

einem Auflichtmikroskop mittels eines Okularmikrometers ausgemessen werden.

Die chemischen Verfahren, wie z. B. die Strahlmethode nach DIN 50951 und die Tüpfelmethode nach DIN 50953, führen die Zeit, die ein bestimmtes chemisches Reagenz unter genau definierten Versuchsbedingungen zum Abtragen der zu messenden Schicht benötigt, auf die Schichtdicke zurück.

Eine weitere Möglichkeit der Schichtdickenbestimmung besteht darin, daß die betreffende Probe, entweder vor und nach dem Aufbringen des Überzuges oder aber mit aufgebrachtter Schicht und nach dem Ablösen derselben, gemessen wird. Die Messung kann mit Hilfe entsprechender Feinmeßgeräte direkt vorgenommen werden. Es ist aber auch möglich, die Probe mit und ohne Schicht zu wiegen und bei bekannter Probenoberfläche aus dem Gewichtsunterschied auf die Schichtdicke zu schließen.

Besondere Bedeutung haben in letzter Zeit die auf magnetischen oder elektrischen Prinzipien beruhenden zerstörungsfreien Meßverfahren erlangt. Mit Hilfe von Spezialgeräten ist hier eine schnelle und sichere Messung möglich, die sich durch verhältnismäßig hohe Genauigkeit auszeichnet. Die Art des anzuwendenden Verfahrens hängt von den Eigenschaften der zu messenden Schicht und des Trägerwerkstoffes ab, ob sie z. B. magnetisierbar

oder nichtmagnetisierbar, elektrisch leitend oder nichtleitend sind.

Die hier angeführten Meßverfahren, deren Zusammenstellung, wie bereits angedeutet wurde, keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, haben bis auf einige Ausnahmen den Nachteil, daß sie entweder einen für betriebliche Messungen nicht zu rechtfertigenden Arbeitsaufwand erfordern, nicht die gewünschte Genauigkeit gewährleisten oder aber zu ihrer Durchführung das Vorhandensein von Spezialgeräten erforderlich machen, die z. T. in der DDR noch nicht gefertigt werden.

Aus dieser Erkenntnis heraus wurde im Institut für Werkstoffe ein Meßverfahren entwickelt, das es gestattet, Schichtdickenmessungen unter Wahrung einer möglichst hohen Genauigkeit bei einem für betriebliche Messungen vertretbaren Arbeitsaufwand durchzuführen. Als Meßgerät wurde das vom VEB Carl Zeiss Jena hergestellte Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmalz benutzt, das wohl in vielen Maschinen- und Apparatebaubetrieben vorhanden sein dürfte.

Das Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmalz

Das in Bild 1 dargestellte Gerät arbeitet nach dem Lichtschnittverfahren und dient normalerweise zum Messen der Feingestalt technischer Oberflächen nach DIN 4761. Es besteht im wesentlichen aus einem Meßmikroskop und einer Beleuchtungseinrichtung, deren optische Achsen einen Winkel von 90° gegeneinander einnehmen. Die Wirkungsweise des Gerätes beruht darauf, daß mittels der Beleuchtungseinrichtung ein dünnes Lichtband unter 45° mit der Prüffläche zum Schnitt gebracht wird. Dabei wird das Oberflächenprofil, in Form der Licht-Schatten-Grenze zwischen Lichtbandabbildung und unbeleuchteter Umgebung der Oberfläche, im Meßmikroskop sichtbar und kann mit Hilfe eines Okularmikrometers ausgemessen werden.

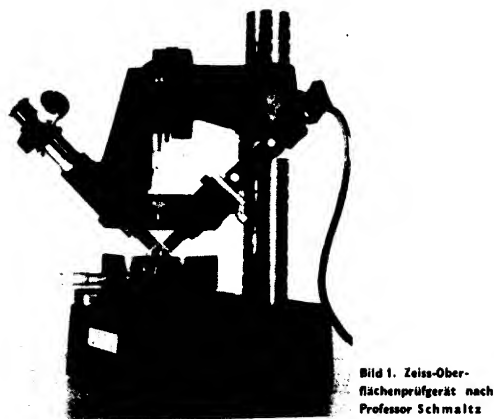


Bild 1. Zeiss-Oberflächenprüfgerät nach Professor Schmalz

Das Gerät wird mit vier Objektivpaaren geliefert, die unter Verwendung eines 15fach vergrößernden Okulares eine Veränderung der Gesamtvergrößerung von 60fach bis 520fach ermöglichen und es gestatten, Oberflächenunebenheiten zwischen 0,5 und 50 µm zu messen.

Verwendung des Gerätes für Schichtdickenmessungen

Bei der Verwendung des Gerätes zur Messung von Schichtdicken wird die Schicht von der zu messenden Probe mittels ge-

eigneter chemischer Reagenzien partiell abgelöst. Die dadurch entstehende Oberflächenstufe, die sich an der Grenze zwischen freigelegtem Grundmetall und verbliebener Schicht bildet, wird dann so unter das Lichtschnittmikroskop gebracht, daß sie zu dem auf die Fläche projizierten Lichtspalt einen Winkel von annähernd 90° einnimmt. Wie aus Bild 2 ersichtlich ist, tritt durch den schrägen Lichteinfall und die Stufe eine parallele Verschiebung des auf der Oberfläche abgebildeten Lichtspaltes ein. Es zeigt sich im Meßmikroskop ein je nach Schichtdicke mehr oder weniger abgesetzter Streifen gemäß Bild 3, an dem die Verschiebungsbreite b mit dem Okularmikrometer ausgemessen werden kann.

Die Schichtdicke ergibt sich dann aus der Beziehung $h = \frac{b}{V \cdot \sqrt{2}}$

Dabei bedeuten:

- h die Schichtdicke,
- b die gemessene Verschiebungsbreite,
- V die Vergrößerung des Meßmikroskopes.

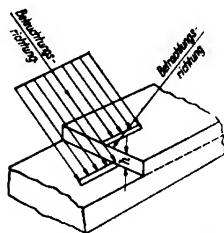


Bild 2. Schematische Darstellung des Meßprinzips

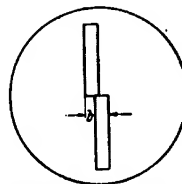


Bild 3. Bild des parallel verschobenen Lichtspaltes im Meßmikroskop (schematisch)

Durchführung der Versuchsmessungen

Zur Durchführung der für die Entwicklung des Verfahrens erforderlichen Versuchsmessungen standen 13 Al Cu Mg (Dural)-Bleche von 1,5 mm Dicke zur Verfügung, die beiderseits nach dem Gleichstrom-Schwefelsäure-Verfahren eloxiert waren. Die Behandlung erfolgte bei einer Stromdichte von 1,5 A/dm² und Temperaturen zwischen 13 und 21° C. Die Eloxalschichten wurden mit Kaliumbichromat bei 80 bis 87° C nachverdichtet.

Die ersten Versuche, die Schicht partiell abzulösen, wurden derart durchgeführt, daß die zu untersuchende Probe zu einem Teil in das verwendete Lösungsreagenz, auf dessen Zusammensetzung im folgenden noch näher eingegangen wird, eingetaucht wurde. Die erwähnte Stufe entsteht dann in Höhe der Flüssigkeitsoberfläche des Lösungsmittels. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Methode keine befriedigenden Ergebnisse liefert, da die Schicht beim Ablösen unmittelbar über dem Flüssigkeitsspiegel beträchtlich aufquillt und in einiger Entfernung von ihm starke Anfrassungen zeigt. Beide Erscheinungen erschweren die anschließende Ausmessung erheblich. Das Aussehen, das eine nach dieser Arbeitsweise behandelte Probe im Lichtschnittmikroskop zeigt, stellt Bild 4 dar.

Der daraufhin unternommene Versuch, die Teile der Schicht, deren Ablösen nicht erwünscht ist, mit einem Schutzlack abzudecken, ergab eine scharfe Grenze zwischen dem verbliebenen Überzug und dem freigelegten Grundmetall. Die entsprechende Mikroaufnahme zeigt Bild 5. Die nach dieser Methode präparierten Proben ließen sich einwandfrei messen, so daß bei allen später durchgeführten Schichtdickenmessungen diese Verfahrensweise beibehalten wurde.



Bild 4. Mikroaufnahme einer eloxierten Probe nach dem partiellen Ablösen der Schicht ohne Lackabdeckung



Bild 5. Mikroaufnahme einer eloxierten Probe nach dem partiellen Ablösen der Schicht mit Lackabdeckung

Die Schutzlackierung wurde durch partielles Tauchen der Proben hergestellt. Das Ablösen der Schicht darf erst erfolgen, nachdem der Lack einwandfrei trocken ist. Die vor dem Messen der Schichtdicke erforderliche Entfernung der Schutzlackierung erfolgt entweder durch Abziehen des Lackfilmes oder, wenn das nicht möglich ist, durch Abwaschen mit einem geeigneten Lösungsmittel.

Zum Abtragen der Eloxalschichten wurde eine Lösung folgender Zusammensetzung verwendet:

45 cm³ Orthophosphorsäure,

20 g Chromsäureanhydrid,

mit destilliertem Wasser auf 1 l aufgefüllt.

Das Ablösen der Schicht wird bei einer Temperatur von etwa 90° C vorgenommen und dauert etwa 5 bis 6 min.

Zum Abdecken wurde ein Schutzlack des VEB Lack- und Druckfarbenfabrik Coswig benutzt, der unter der Bezeichnung MO 199 im Handel ist.

Meßergebnisse

Zur Beurteilung der Brauchbarkeit des Verfahrens wurden Vergleichsmessungen nach zwei anderen Methoden an den gleichen Proben durchgeführt. Es kamen die Messung nach der Querschleifmethode und die mechanische Messung mit einem Feinmeßgerät zur Anwendung.

Die Probenpräparation für die Querschleifmessung erfolgte derart, daß kleine Probenabschnitte in Woodsches Metall eingegossen, mit Schleifpapier immer feiner werdender Körnung ge-

schliffen und anschließend poliert wurden. Das Ausmessen der Schichtdicke geschah mit einem Zeiss Metallmikroskop „Neophot“.

Bei der mechanischen Messung wurde zunächst die Dicke der Proben einschließlich der auf der Vorder- und Rückseite befindlichen Eloxalschichten ermittelt. Dann wurden die Schichten mit dem gleichen Lösungsmittel, das auch bei der Lichtschnittmethode angewandt wurde, abgelöst und die Probendicke abermals gemessen. Die Differenz aus beiden Messungen ergibt die Summe der Dicken beider Schichten. Die im folgenden genannten, nach dieser Methode gewonnenen Meßwerte, gelten also unter der Annahme gleicher Schichtdicken auf beiden Seiten der Proben. Als Meßgerät fand hier das Zeiss „Orthotest“ Verwendung. Es ergaben sich bei den einzelnen Messungen die in Tafel 1 angegebenen Werte.

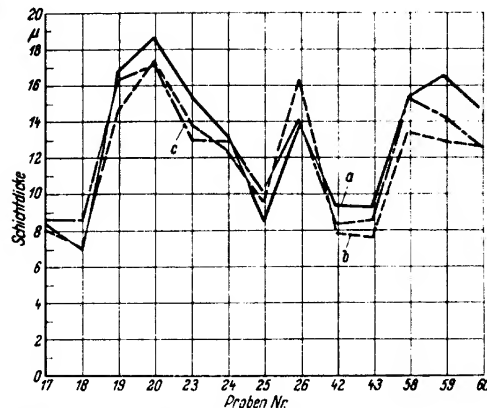


Bild 6. Graphische Darstellung der Meßergebnisse

- a Lichtschnittmethode
- b Querschleifmethode
- c mechanische Messung

Die Meßwerte sind in Bild 6 der besseren Übersicht halber noch einmal graphisch aufgetragen.

Es zeigt sich, daß die Ergebnisse der einzelnen Meßverfahren im allgemeinen durchaus im Rahmen der üblichen Toleranzen liegen. Einzelne größere Abweichungen voneinander dürften darauf zurückzuführen sein, daß es ja nicht möglich war, alle Messungen an den gleichen Stellen der Proben durchzuführen, so daß Schichtdickenschwankungen zwangsläufig mit in die Meßergebnisse eingehen mußten.

Anwendungsmöglichkeiten des Lichtschnittverfahrens

Die Schichtdickenmessung nach dem Lichtschnittverfahren beschränkt sich in ihrer Anwendung keinesfalls nur auf Eloxalschichten. Es ist vielmehr im Prinzip möglich, jede beliebige Korrosionsschutzschicht nach dieser Methode zu messen, sofern ein Lösungsreagenz zur Verfügung steht, das es gestattet, die Schicht vom Grundmetall zu entfernen, ohne dieses dabei anzugreifen. Diese Möglichkeit dürfte in der Mehrzahl der Fälle gegeben sein. Lediglich bei oberflächlich sehr rauen Schichten ergeben sich gewisse Schwierigkeiten, die allerdings auch bei den meisten anderen Meßverfahren störend in Erscheinung treten.

Es seien im folgenden einige erprobte Lösungsverfahren genannt, die sich gut bewährt haben.

Tafel 1

Proben-Nr.	Schichtdicke in µm		
	Lichtschnittmethode	Querschleifmethode	mechanische Messung
17	8,4	8,6	8,0
18	6,9	8,5	7,0
19	16,7	16,2	14,5
20	18,6	17,1	17,3
23	15,4	13,0	13,8
24	13,2	12,8	12,3
25	8,5	10,1	9,5
26	13,8	14,1	16,3
42	9,3	8,3	7,8
43	9,2	8,5	7,5
58	15,2	15,1	13,3
59	16,4	14,1	12,8
60	14,6	12,5	12,5

Ablösen von galvanisch erzeugten Zinkschichten auf Stahl:
 Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 20 g/l Sparbeize-Grünau¹⁾

Arbeitstemperatur: rd. 20° C
 Ablösezeit: rd. 2 bis 5 min, je nach Schichtdicke
 Abdecklack: Sch 899²⁾

Materialabtrag: 0,22 g/m²h Stahl
 Ablösen von Phosphatschichten auf Stahl:
 Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 20 g/l Sparbeize-Grünau

Arbeitstemperatur: rd. 40° C
 Ablösezeit: rd. 5 min
 Abdecklack: Sch 899

Materialabtrag: 3 g/m²h Stahl
 Ablösen von Chromal-Phosphatschichten auf Al-Legierungen:
 Lösungsmittel: 20%ige H_2SO_4 + 300 g/l $K_2Cr_2O_7$

Arbeitstemperatur: rd. 80° C
 Ablösezeit: rd. 5 min
 Abdecklack: Sch 899

¹⁾ Hersteller: VEB Chemische Fabrik Grünau.

²⁾ Hersteller: VEB Lack- und Druckfarbenfabrik Berlin.

Materialabtrag: bei Reinaluminium 0,5 g/m² in 6 min
 bei Dural 0,7 g/m² in 6 min
 bei Hydronalium 0,42 g/m² in 6 min

Es ist hier zu beachten, daß das in der Schwefelsäure gelöste Kaliumbichromat bei Raumtemperatur auskristallisiert. Es geht aber beim Erwärmen auf Arbeitstemperatur wieder in Lösung. Die genannten Werte für den Materialabtrag zeigen, daß bei allen angeführten Ablöseverfahren der Angriff auf das Grundmetall vernachlässigbar klein ist.

Schlußbetrachtung

Es darf wohl abschließend gesagt werden, daß das Lichtschnittverfahren in der Reihe der Schichtdicken-Meßmethoden eine wertvolle Bereicherung darstellt. Es ist den meisten gebräuchlichen Verfahren gegenüber in bezug auf den erforderlichen Arbeitsaufwand und die erzielbare Meßgenauigkeit überlegen und bedient sich eines Gerätes, das in vielen Werken bereits vorhanden sein dürfte.

Es ist zu hoffen, daß sich das Verfahren auf breiter Grundlage einbürgert und somit eine Lücke in der Betriebskontrolle schließt, die sich z. Z. noch recht häufig unangenehm bemerkbar macht.

Flu 108

Ein Blick in die Ingenieurschule für Flugzeugbau Dresden

Von Ingenieur Helmut Semrad

Mit dem Aufbau der Flugzeugindustrie in unserer Deutschen Demokratischen Republik mußte auch die Frage der Ausbildung von mittleren technischen Kadern für diesen Industriezweig geklärt werden.

Die älteren Fachkräfte, die sich nach einer zehnjährigen Unterbrechung für diese große und verantwortungsvolle Aufgabebewieder zur Verfügung gestellt haben, reichen bei weitem nicht aus, um den gewaltigen Forderungen in Produktion und Entwicklung gerecht werden zu können.

Es ist allzu verständlich, wenn unsere Regierung gleichzeitig mit dem Aufbau einer Flugzeugindustrie die Voraussetzung geschaffen hat, daß junge Menschen ein Ingenieurstudium in den verschiedenen Fachrichtungen des Flugzeugbaues aufnehmen können. So wurde im Jahre 1955 in Dresden die Ingenieurschule für Flugzeugbau ins Leben gerufen. In einem siebensemestrigen Studium werden an dieser Lehranstalt Ingenieure in den Fachrichtungen

Flugzeugbau, Triebwerksbau, Gerätebau, Technologie und Ingenieurökonomie

ausgebildet.

Bei einem Rundgang durch diese Ausbildungsstätte kann man erkennen, daß alle verantwortlichen Mitarbeiter sich bemühen, unseren Studierenden die besten Studienmöglichkeiten zu schaffen. Ganz besonders muß man die Dozenten erwähnen, die zu einem großen Teil aus der Flugzeugindustrie hervorgegangen sind. Ihnen ist es zu verdanken, daß sich die Ausbildung nicht nur auf den theoretischen Unterricht, sondern auch auf praktische Übungen in den verschiedenen Laboratorien erstreckt.

Sehr ansprechend empfindet der Besucher die modernen Hörsäle, in denen die Studierenden unter den günstigsten Bedin-



Bild 1. Anschauliche Darstellung der Bewegung des Flugzeuges im Raum

gungen den theoretischen und den experimentellen Unterricht verfolgen können. Die Ingenieurschule legte sehr großen Wert auf einen experimentellen Unterricht, um den Studierenden die Gesetzmäßigkeiten der Natur an anschaulichen Versuchen nachweisen zu können.

Wie interessant ist doch z. B. ein Unterricht in dem Fach Aerodynamik.

Hier werden die Studierenden mit den physikalischen Grundlagen des Fliegens vertraut gemacht und lernen die Gesetzmäßigkeiten kennen, die es ermöglichen, daß ein Körper, der schwerer als Luft ist, sich in derselben bewegen kann (Bild 1).

Im Bau befindet sich ein Windkanal mit 100 PS Antriebsleistung, der nach seiner Fertigstellung für aerodynamische Versuche, z. B. Feststellung von Profileigenschaften, Widerstandsermittlungen von Flugzeugen usw., Verwendung finden wird.

Nicht weniger bedeutend ist das Fach Flugmechanik. Hier erhält der Studierende Grundlegendes über Flugleistungen und Flugeigenschaften vermittelt. Unsere zukünftigen Ingenieure der Fachrichtung Flugzeugbau widmen sich diesen Fächern mit besonderem Interesse, da sie hier die entscheidenden Voraussetzungen für den Entwurf eines Flugzeuges kennenlernen.

Nicht allein die aerodynamischen Bedingungen genügen, um ein Flugzeug konstruieren zu können. Unsere Studierenden der Fachrichtung Flugzeugbau müssen sich in sehr starkem Maße mit der Flugzeugstatik beschäftigen. Hier erhalten sie die Grundlagen für die festigkeitsmäßige Berechnung der einzelnen Bauteile, wie Tragflügel, Rumpf, Leitwerk usw.

An den Schnittmodellen eines Holz- und eines Metallflugzeuges können die Studierenden die Entwicklung der Flugzeugzelle sowie der anderen Bauelemente genau verfolgen. Bei dem heutigen Stand der Entwicklung des Flugzeugbaues spielt das Gewicht des Flugzeuges eine sehr große Rolle. Das erfährt der Studierende in den höheren Semestern, indem speziell innerhalb der Flugzeugstatik auf die Schalenfestigkeit eingegangen wird, bei der die Gewichtsökonomie an erster Stelle steht.

Für experimentelle Versuche und Übungen an Tragflügeln, Schalenrumpfen usw. befindet sich ein Prüfstand für Großbauteile im Bau.

Großes Interesse erwecken die zahlreichen Schnittmodelle von Triebwerken. Ganz besonders beschäftigen sich die Studierenden der Fachrichtung Triebwerkskonstruktion an Hand dieser Mo-

delle mit der Entwicklung des Triebwerkes. Vom Gegenkolbenmotor über den Stern- und Reihenmotor bis zum modernen Strahltriebwerk ist alles vertreten. Viel Staunen und Kopfschütteln gibt es immer wieder bei unseren Studierenden der ersten Semester, die noch keine Vorstellung besitzen, wie ein Triebwerk beschaffen sein muß, das eine Antriebsleistung von über 3000 PS oder 4000 kp Schub besitzt.



Bild 2. Das Studium des Aufbaues eines Sternmotors

Ganz besonders in der Fachrichtung Triebwerksbau bemühen sich die Dozenten, den etwas abstrakten Unterricht in dem Hauptfach Thermodynamik durch sinnvolle praktische Versuche im Labor zu ergänzen (Bild 2). Als vorbildlich kann man auch das Triebwerkslabor bezeichnen. Dasselbst werden von den Studierenden Leistungs- und Temperaturmessungen an verschiedenen Aggregaten durchgeführt. Abgasanalysen, Mengenmessungen usw. ergänzen diese Grundlagenversuche. Die Studierenden der höheren Semester werden vor die Aufgabe gestellt, an verschiedenen Prüfständen die Kennlinien der Motoren aufzunehmen und auszuwerten. Ein moderner Einzylinderprüfstand

Bild 3. Unterricht am Strahltriebwerk

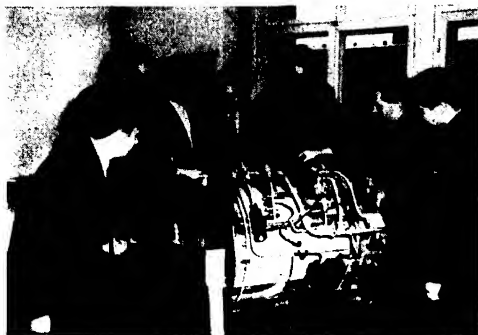


Bild 4. Die Verformung des Bleches mittels der Glattschwinge



hinzugetragenen in Versuchs, wobei auf besonders effektive mechanische und physikalische Meßergebnisse Wert gelegt wird. Ein selbstgebauter betriebsfähiger Prüfstand zur Untersuchung von Strahlröhren steht ebenfalls für Versuche zur Verfügung (Bild 3).

Auch für die Studierenden der Fachrichtung Technologie steht ein großes Übungsfeld für die verschiedensten Praktika zur Verfügung. Blickt man in die 170 m² große Maschinenhalle, so sieht man dort Maschinen für die spanlose und spanabhebende Verformung. Es ist lehrreich, unsere jungen Technologen bei ihrer Arbeit in diesem Labor zu beobachten. Ob es sich um die Schnittkraftmessung an einer Drehmaschine oder um das Studium der Verformungseigenschaften beim Tiefziehen oder an der Glattschwinde handelt (Bild 4), überall werden mit besonderem Interesse die durchgeführten Versuche ausgewertet. Wie groß das Interesse ist, beweist doch die Tatsache, daß unsere Studierenden gemeinsam mit ihrem Dozenten einen Versuchsstand für elektroerosives Bohren entwickelt haben, um auch moderne technologische Verfahren kennenzulernen. Diese vielseitige Ausbildung der Studierenden in der Fachrichtung Technologie ist auch erforderlich, hat sich doch die Ingenieurschule für Flugzeugbau die Aufgabe gestellt, diese jungen Menschen zu guten Organisatoren der Produktion auszubilden.

Genau wie in den anderen Fachrichtungen wäre auch über die Fachrichtung Gerätebau (Bild 5) sehr viel zu berichten. Ob es die sinnvoll aufgebaute Sammlung von Fluggeräten oder das Labor für Regelungs- und Meßtechnik ist, überall spürt man, daß sehr viel Kleinarbeit geleistet wurde, um diese zahlreichen Anschauungsmittel zu schaffen.



Bild 5. Erläuterungen am Instrumentenbrett

Weitere Laboratorien und Einrichtungen, die erwähnt zu werden verdienen, sind: die mechanische und chemische Werkstoffprüfung einschl. einer modernen Röntgenanlage, das umfangreiche elektrotechnische Prüffeld für Schwach- und Starkstrom. Nicht zuletzt muß das schweißtechnische Praktikum, welches neben der Ausbildung unserer Technologen auch für die Durchführung von Lehrgängen für die Betriebe unseres Industriezweiges zur Verfügung steht, erwähnt werden. Neben den umfangreichen Übungen und Praktika, die in Verbindung mit den

verschiedenen Fachrichtungen werden, hat die Ingenieurschule mit dem besonderen Wert auf eine möglichst gute Ausbildung in allen konstruktiven Fächern. Eine große Konstruktionswerkstatt, die in diesem Jahr fertiggestellt, so das auf diesem Gebiet alle Voraussetzungen geschaffen werden, um unsere Studierenden zu brauchbaren Konstrukteuren auszubilden (Bild 6).

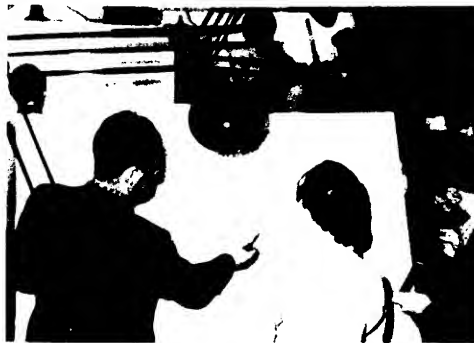


Bild 6. Gedankenaustausch bei Konstruktionsübungen

Um bei unseren Studierenden die Begeisterung für ihren zukünftigen Beruf zu wecken, wird in Abstimmung mit dem Unterricht eine praktische Segelflugausbildung durchgeführt. Besonders in den Sommermonaten sind es unsere Studierenden, die bis in die späten Abendstunden auf den Elbwiesen ihre schwere, aber schöne Segelflugausbildung durchführen. Mit Genugtuung kann man immer wieder feststellen, daß das praktische Fliegen ein wesentlicher Beitrag zur Erziehung zum Kollektiv und zum Pflichtbewußtsein ist.

Noch ist der Aufbau der Ingenieurschule für Flugzeugbau nicht abgeschlossen. Bereits im September dieses Jahres werden die verschiedenen noch in Bau befindlichen Labors und Hörsäle fertiggestellt sein, so daß die wesentlichsten Voraussetzungen geschaffen werden, um eine gute Ausbildung unserer zukünftigen Ingenieure für den Flugzeugbau durchführen zu können. Flu 103

Luftfahrt in der Vergangenheit

1. 5. 1919 Die Deruluft nimmt auf der Strecke Königsberg—Moskau den Luftverkehr auf, der später nach Berlin und Leningrad ausgedehnt wird.
12. 5. 1914 Versuchsweise Einrichtung der ersten Luftpoststrecke Dresden—Leipzig. Roempler und Willy Meyer fliegen auf ihrem DFW-Eindecker an demselben Tage mit 40000 Postkarten wieder zurück.
24. 5. 1848 Otto Lilienthal zu Anklam geboren.

Flu 109

Erfindungs- und Vorschlags- wesen

Am 27. Juli 1956 wurde im Büro für Erfindungswesen des Werkes III ein Antrag auf Eröffnung eines Ingenieurkontos gestellt und unter der Nr. 494/56 registriert. Ziel dieser technisch-wissenschaftlichen Gemeinschaftsarbeit des Neuererkollektivs der Kollegen Wisse, Schmid, Römer, Fahning, Goymann sollte sein, die in der Deutschen Demokratischen Republik in ausreichender Menge zur Verfügung stehenden Phenol-Harze und die dazu gehörigen Härter zur Anfertigung von Formungswerkzeugen für die Leichtmetallblechbearbeitung heranzuziehen. Ganz besonders kam hierbei zum Ausdruck, bei Verwendung dieser Phenolharzwerkzeuge ein Maximum an bisher verwendeten Rohstoffen einzusparen.

Mit großer Begeisterung ging dieses Kollektiv an die Arbeit, und mit der Unterstützung unserer Produktionsarbeiter konnte innerhalb kürzester Frist das erste Versuchswerkzeug unter die Presse gelegt werden. Manche Schwierigkeit gab es zu überwinden, und mancher Rückschlag trat ein. Unverdrossen wurde weiter gearbeitet, und bereits am 30. November 1956 konnte auf Grund einer nachgewiesenen und bestätigten Einsparung eine vorläufige Vergütung an das Kollektiv ausbezahlt werden.

Wir sind der Überzeugung, daß die Verpflichtung nach Ablauf des Nutzungsjahres eine weit höhere Einsparung ergeben wird, als seinerzeit im Antrag genannt wurde. Wir wollen uns nicht an einem Zahlenspiel berauschen, sondern schätzen die Erfolge real ein.

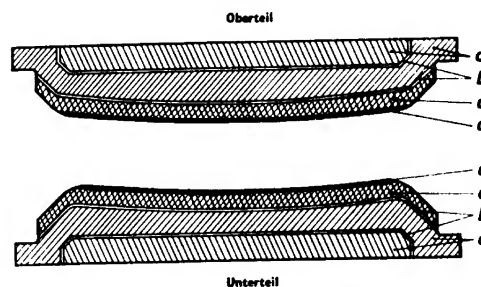
Das Verfahren zur Herstellung dieser Formungswerkzeuge ist denkbar einfach. Die wesentlichen Bestandteile dieser Masse sind:

1. Phenol-Formaldehyd-Harz,
2. Füllstoff (Quarzmehl und Asbest),

3. Hochkonzentrierte Schwefelsäure,
4. Spiritus.

Die Form selbst besteht aus mehreren Schichten, wobei die erste Schicht die eigentliche Form erzeugt und eine Dicke von rd. 10 bis 15 mm besitzt.

Nach einer Härtezeit von etwa 4 h wird eine Leimzwichenschicht aufgetragen und darauf eine sogenannte Füllschicht, die wieder um mit einer Leimschicht abgedeckt wird. Der Abschluß wird durch eine zweite Füllschicht als Auflage gebildet. Die Endbearbeitung erfolgt nach einer Aushärtezeit von 12 h durch Nacharbeit der Oberfläche (Kontur), wie Abwaschen, Ausspachteln, Oberfläche schleifen, Grat entfernen und Lackieren mit Säurelack. Sehr wesentlich ist ein genaues Planbearbeiten der Spanflächen, um ein gutes Aufliegen zu gewährleisten. Zum Schluß



Beispiel für das Oberteil und Unterteil eines Verformungswerkzeuges

- | | |
|----------------------|-----------------|
| a Füllschicht | c Konturschicht |
| b Leimzwichenschicht | d Säurelack |

wird das gesamte Werkzeug lackiert und signiert. Der Einsatz des Werkzeuges darf erst nach 6 bis 8 Tagen Aushärtezeit erfolgen.

Flu 111

Neue Bücher

Festigkeit dünnwandiger Konstruktionen (Blechbaustatik). Von S. N. Kan und J. G. Panowko, VEB Verlag Technik, Berlin, 1957, Übersetzung aus dem Russischen, 169 Seiten, 102 Bilder, DIN A 5, Preis 12,— DM.

Der Inhalt dieses Buches ist hauptsächlich den Problemen der allgemeinen Festigkeit dünnwandiger Konstruktionen gewidmet und ist so gehalten, daß der Leser, soweit dies überhaupt möglich ist, Vergleiche mit den entsprechenden Erscheinungen der Festigkeit von Stabsystemen anstellen kann. Der außerordentlich vielseitige Stoff ist gedrängt und einheitlich dargestellt. Das Buch bringt eine klare Formulierung von einfachen und brauchbaren Arbeitshypothesen praktischer Berechnungsmethoden dünnwandiger Konstruktionen, die auf der schöpferischen Arbeit einer großen Anzahl hervorragender Gelehrter basieren.

Der Hubschrauber, Technik, Ausbildung, Verwendung, Zukunft. Von Kurt Liebau, Verlag Jade-Druck G. m. b. H., Wilhelmshaven, 1956, 69 Seiten, 32 Bilder DIN A 5, Preis 3,40 DM.

Ausgehend von den Vorbildern in der Natur wird über die technische Entwicklung, Konstruktion und vielseitige Einsatzmöglichkeit moderner Hubschrauber berichtet. Erwähnt werden ferner Hubschrauberlandeplätze, die Ausbildung zum Hubschrauberführer und -mechaniker. Abschließend folgen einige Preise von Hubschraubern und eine kurze Betrachtung über die Zukunftsentwicklung. Ein Literaturverzeichnis beschließt das für jedermann leicht verständliche Heftchen.

Tragflügeltheorie. Von Elio Carafoli, VEB Verlag Technik, Berlin, 1954, 562 Seiten, mit vielen Zeichnungen, DIN A 4, Preis 48,— DM.

Das Buch behandelt die Aerodynamik des Tragflügels im Bereich niedriger Geschwindigkeiten. Es findet Verwendung als Lehrbuch an den Universitäten und Technischen Hochschulen der DDR.

Der Verlag VEB Technik, Berlin, bringt ab Juli 1957 in größerem Umfang flugtechnische Literatur heraus. Folgende Bücher sind bereits angekündigt:

Arshankow: Aerodynamik, 38,— DM;

Abramowitsch: Angewandte Gasdynamik, 58,— DM;

Popow: Experimentelle Aeromechanik (Strömungstechnisches Meßwesen), 38,— DM;

Gorostschenko: Aufgabensammlung zur Flugmechanik, 18,— DM;

Wedrow-Taitz: Flugerprobung, 38,— DM.

Genannte Bücher sind Übersetzungen aus der sowjetischen Fachliteratur.

Der VEB Fachbuchverlag, Leipzig, kündigt für Sommer 1957 das Erscheinen von Berichtserien für das Gesamtgebiet der Luftfahrttechnik und verwandter Gebiete an. Die Berichtserien kosten 3,— bis 4,— DM je Einzelheft. Flu 112

Herausgeber: Verwaltung der Luftfahrtindustrie. — Mit der Herausgabe beauftragt: Das Institut für Lehrmittel und Literatur, Dresden-N. 2, Postschließfach 43.

Redaktionskollektiv: Obering. Besinger, Ing. Bonn, Dipl.-Ing. Buchner, Ing. Eberhard, Dipl.-Ing. Eitner, Dipl.-Ing. Everling, Dr. oec. Dipl.-phys. Geist, Obering. Griebsch, Ing. Hartlepp, Hauptbuchhalter Kellermann, Prof. Landmann, Ing. Lorenzen, Dr.-Ing. Maschek, Obering. Mindach, Berufsschulleiter Morgenstern, Ing. Progscha, Justitiar Singert.

Verantwortlicher Redakteur: Dipl.-Ing. Helmut Schneider. — Alle Rechte an den Aufsätzen, Übersetzungen und Bildern behält sich das Institut vor. Auszüge nur mit Quellenangabe zulässig.

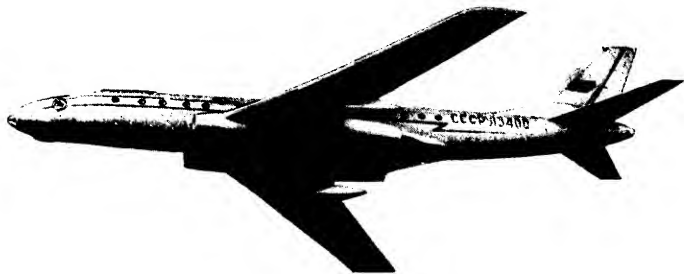
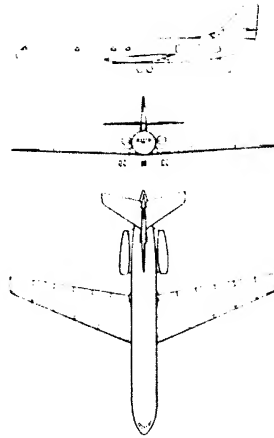
Die „Deutsche Flugtechnik“ erscheint monatlich und ist im Abonnement zum Heftpreis von DM 0,50 über die technischen Abteilungen der Betriebe zu erhalten. — Satz und Druck übernimmt im Auftrage des Verlages Technik, Berlin C 2, Oranienburger Str. 13 — 14, VEB Druckerei der Werktätigen in Halle (Saale). Genehmigt Min. f. Kultur, H. V. Verlagswesen, Lizenz-Nr.: 4.10.

MITTELSTRECKEN-VERKEHRSFLUGZEUGE VON HEUTE



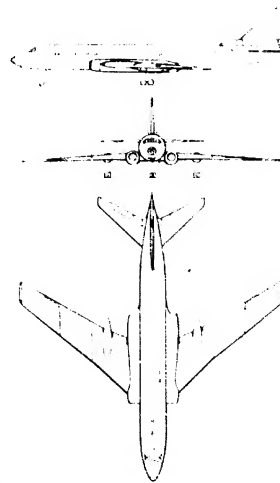
CARAVELLE (Frankreich)

SE 210 „Caravelle“ für 70 bis 91 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Rolls-Royce-„Avon“-Strahltriebwerke von je 4770 kp Startschub
 Reisegeschwindigkeit 720 bis 770 km/h
 Einsatzflugstrecke 2300 bis 3200 km
 Fluggewicht 41000 bis 43000 kg
 Spannweite 34,30 m, Länge 32,01 m



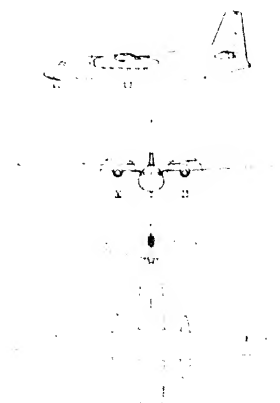
TU 104 (Sowjetunion)

TU 104 für 50 bis 70 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Strahltriebwerke von je 6750 kp Startschub
 Reisegeschwindigkeit 800 km/h
 Einsatzflugstrecke 2900 bis 3200 km
 Fluggewicht 70000 kg
 Spannweite 35,00 m, Länge 38,50 m



FRIENDSHIP (Holland)

Fokker F. 27 „Friendship“ für 32 bis 40 Fluggäste
 Antrieb durch 2 Rolls-Royce-„Dart“-Propellerturbinen von je 1600 PS Startleistung
 Reisegeschwindigkeit 440 km/h
 Einsatzflugstrecke 300 bis 1350 km
 Fluggewicht 15600 kg
 Spannweite 29,00 m, Länge 23,10 m

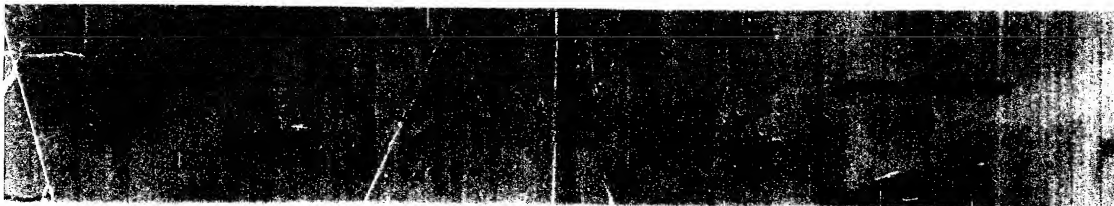


DEUTSCHE flugtechnik

MITTEILUNGEN ZUR FACHLICHEN INFORMATION
FÜR DIE MITARBEITER DER LUFTFAHRTINDUSTRIE
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK



Das Strahltriebwerke-Mittelstreckenverkehrsflugzeug 152 (Modellaufnahme)



Luftfahrt in der Vergangenheit

Der erste Motorflug über den Ärmelkanal

„Ein Flugtechniker muß sich raubieren, um das Recht zu haben, sein Leben zu riskieren.“

Dieser inhaltsschwere Ausspruch gibt treffend die Umstände wieder, unter denen viele Flugtechniker in den ersten Jahren des Motorfluges arbeiten mußten.

Auch Blériot vollbrachte 1909 unter ähnlichen Bedingungen einen Flug, der die Welt aufhorchen ließ: Er überflog als erster den Ärmelkanal.

Um die Bedeutung dieses Fluges zu verstehen, muß man sich daran erinnern, daß 1909 nur drei Jahre seit den ersten öffentlichen Sprüngen eines Motorflugzeuges in Europa vergangen waren. Trotz der Stundenflüge von 1908 waren Triebwerke und Zellen mit Kinderkrankheiten behaftet. Daher wirkte Blériots fliegende Leistung als Sensation.



Blériot-Eindecker XI, Spannweite 8,20 m, Fluggewicht rd. 300 kg, luftgekühlter Dreizylinder-25-PS-Anzani-Motor.

Wie kam es zu diesem bedeutenden Flug?

Blériot war Besitzer einer gutgehenden Fabrik für Automobil-Scheinwerfer. 1900 wurde er durch das fledermausartige Flugzeugprojekt Aders für den Fluggedanken begeistert und begann mit eigenen Arbeiten. Am Sylvestertag 1908 zog Blériot die Bilanz seiner Arbeiten:

„... die Resultate: problematisch; die Ausgaben: 780000 Francs. Es war eine Katastrophe ...“, urteilte Blériot.

Er stand vor dem wirtschaftlichen Ruin und baute jetzt „wie ein verzweifelter Spieler“ das Flugzeug Nr. XI. Er setzte „alle Hoffnung auf die Erstüberquerung des Kanals, für die die Londoner „Daily Mail“ 25000 Francs ausgesetzt hatte. Schon die Vorbereitungen waren dramatisch. Als Blériot an der Küste von Calais eintraf, waren seine Konkurrenten Latham und Lambert bereits startklar, doch der Wind war zu stark.

Am 20. Juli, gegen 2 Uhr morgens, ließ der Wind plötzlich nach, und schon 4 Uhr 35 startete Blériot, seine Konkurrenten verblüfft am Boden lassend. Nach nur 37 Minuten Flugzeit hatte Blériot ohne Kompaß ungefähr 38 km zurückgelegt und landete bei Dover, England war keine „Insel“ mehr.

Blériot war der große Coup gelungen: für seine Eindecker gingen Hunderte von Aufträgen ein.

Fig. 177 Dipl.-Historiker Gerd von Wissmann

INHALT

Die Perspektive unserer Luftfahrtindustrie	1
Von K. Patzelt, Leiter der VLB	
Das Strahltriebwerk	152
Von Obering. F. Freytag	4
Flugzeug-Fahrwerke	7
Von Prof. Dipl.-Ing. B. Baade	
Der Flugmotor ASch 82-1	11
Von Ing. I. Köhler	
Ozon-Rißbildung an Gummierzeugnissen	14
Von Ing. L. Hundertmark	
Querschnitt durch die Lehrschau der Technologie und die II. Technologientagung vom 17. und 18. 9. 1957 in Leipzig	17
Von Ing. B. Sabasch	
Fachausdrücke der bildsamen Formung	20
Von Ing. K. Israel	
Die Serien-Flugerprobung der IL 14 P	25
Von Redakteur H. Ahner	
Das sowjetische Kurzstart-Transportflugzeug Antonow An-14 „Bienen“	30
Von Ing. H.-K. Lepitré	
Neue Bücher	30
Neues aus der Weltluftfahrt	31
Von Ing. H.-K. Lepitré	
Aus der Praxis — für die Praxis (Nieten)	3. u. 4. U.-S.
Von J. Lehmann und J. Reithmeier	
Luftfahrt in der Vergangenheit	
Der erste Motorflug über den Ärmelkanal	2. U.-S.
Von Dipl.-Historiker G. Wissmann	

Herausgeber:

Verwaltung der Luftfahrtindustrie

Mit der Herausgabe beauftragt:

Zentralstelle für Literatur und Lehrmittel, Dresden N 2,

Postschloßbach 40

Redaktionskollektiv:

Obering. Besinger, Ing. Bonin, Dipl.-Ing. Buchner, Ing. Eberhard, Dipl.-Ing. Eitner, Dipl.-Ing. Everling, Dipl. phys. Dr. oec. Geist, Obering. Griebisch, Ing. Hartlepp, Kaufm. Leiter Kellermann, Prof. Landmann, Ing. Lorenzen, Dr.-Ing. Maschek, Obering. Mindach, Ing. Progscha, Justiziar Siegert

Verantwortlicher Redakteur: Dipl.-Ing. Helmut Schneider

Bezug:

Die „Deutsche Flugtechnik“ erscheint monatlich im Umfang von 16 Seiten und ist im Halbjahresabonnement zum Preise von 3,- DM (Heftpreis 1,50 DM) über die technischen Abteilungen der Betriebe und für Außenstehende durch die Gesellschaft für Sport und Technik, durch Hoch- und Fachschulen oder durch volkseigene Betriebe in Form von Sammelbestellungen erhältlich. Der Bezug der Zeitschrift über die Post oder den Buchhandel ist nicht möglich.

Abbestellungen müssen spätestens drei Monate vor Ablauf des Halbjahres eingehen. Nachbestellungen können jederzeit aufgegeben werden. Lieferrückmeldung vorbehalten.

Satz und Druck:

Im Auftrag des VLB-Verlag Technik, Berlin C 2, Oranienburger Straße 13-14, vom VEB Druckerei der Werkstätten in Halle (Saale) übernommen.

Gedruckt in der DDR, Verlagswesen, Leipzig-Nr. 4210

Die Perspektive unserer Luftfahrtindustrie

Von Karl Pätzold, Leiter der Verwaltung der Luftfahrtindustrie

DK 338.45:629.13 (43)
DDR „313“

In den vergangenen Monaten ist die Luftfahrtindustrie unserer Republik durch Veröffentlichungen und nicht zuletzt durch ihr Auftreten auf der vorjährigen Frühjahrsmesse in Leipzig stärker in das Blickfeld der Öffentlichkeit gerückt. Dabei sind verständlicherweise eine Reihe von Fragen aufgetreten, deren Beantwortung allgemein interessieren dürfte.

Eine sehr häufige und wichtige Frage ist die nach der Notwendigkeit des Aufbaues der Luftfahrtindustrie in unserer Republik. Darüber gibt es — zum Teil als Folge ungenügender Erläuterung — verschiedene Meinungen. So wird unter anderem vorgetragen, daß die erforderlichen Investitionen für den Aufbau der Luftfahrtindustrie sehr umfangreich seien, daß die Luftfahrtindustrie laufend Zuschüsse aus dem Staatshaushalt erhalten müsse und daß die Industrie unserer Republik technisch noch nicht so weit entwickelt sei, um die Luftfahrtindustrie mit hochwertigen Materialien und modernsten Ausrüstungen zu versorgen. Weiter wird geltend gemacht, daß der Import von Flugzeugen billiger als die Eigenproduktion sei und insgesamt gesehen das Volumen unserer Volkswirtschaft den Aufbau der Luftfahrtindustrie noch nicht rechtfertige.

Zunächst könnte man der Auffassung sein, daß die genannten Bedenken nicht dazu berechtigen, eine eigene Luftfahrtindustrie in der Deutschen Demokratischen Republik aufzubauen. Betrachtet man jedoch die Lage auf diesem Gebiet etwas eingehender, so ergibt sich ein anderes Bild.

Die Deutsche Demokratische Republik ist ein sehr hoch industrialisiertes Land, das zeigt nicht nur der Vergleich mit den sozialistischen Staaten, sondern auch mit den kapitalistischen Staaten. Dabei ist unsere Republik durch verschiedene Faktoren in hohem Maße auf den Export von Industrieerzeugnissen angewiesen. Außerdem müssen wir solche Industrieerzeugnisse exportieren, für die produktionsmäßig günstige Voraussetzungen in unserer Republik vorhanden sind oder geschaffen werden können und für die zugleich in den Ländern des sozialistischen Lagers ein entsprechender Bedarf besteht. Darüber hinaus sollen es Erzeugnisse sein, die auch in den kapitalistischen Ländern abgesetzt werden können.

Diesen Bedingungen entspricht die Produktion von Flugzeugen, Triebwerken, Geräten und Ersatzteilen sowie die Reparatur von Luftfahrtgerät. Dabei sei bemerkt, daß der Flugzeugbau im Verhältnis zum Schwermaschinenbau und allgemeinen Maschinenbau sehr intensiv ist. Der derzeitige Preis für ein Kilogramm Flugzeug (Kilopreis) beträgt auf dem Weltmarkt 250 bis 300 Werteneinheiten, für die Erzeugnisse des Maschinenbaues aber nur ein

Zehntel davon. Noch günstiger liegen die Vergleiche beim Flugzeuggeräte-Export. Der Kilopreis für Flugzeuggeräte ist auf dem Weltmarkt ebenso hoch und zum Teil höher als der Preis von Spitzenerzeugnissen unserer Kameraindustrie.

Ein weiterer außerordentlich wichtiger Faktor und zugleich eine entscheidende Voraussetzung für den Aufbau der Luftfahrtindustrie in der DDR ist die Tatsache, daß in unserer Republik in gewissem Umfange erfahrene Kader des Flugzeugbaues zur Verfügung stehen.

Ebenso wichtig ist die sich ständig verstärkende internationale Zusammenarbeit der Staaten des Warschauer Vertrages in Form der sich herausbildenden internationalen Arbeitsteilung. In dieser Hinsicht muß sowohl an die ständige Entwicklung der Handelsbeziehungen der sozialistischen Staaten als auch an die in die Wege geleitete sachliche Koordinierung der Volkswirtschaftspläne erinnert werden.

Als Ergebnis dieser Festlegungen soll sich die Luftfahrtindustrie der DDR nicht nur in der Entwicklung und Produktion auf bestimmte Typen beschränken, sondern in allen wesentlichen Aufgaben der Forschung und Entwicklung sowie in der Materialzulieferung mit den Ländern des sozialistischen Lagers koordinieren und kooperieren. Das gleiche trifft auch für den Absatz der Erzeugnisse zu. Somit beschränkt sich unsere Luftfahrtindustrie schon beim Aufbau auf eine im Einklang zu unserer Volkswirtschaft stehende Größenordnung — besonders auch hinsichtlich des Umfanges der Investitionen und der erforderlichen Arbeitskräfte.

In diesem Zusammenhang darf nicht die Bedeutung der Luftfahrtindustrie für andere Industriezweige übersehen werden. Zunächst sei hierbei an die hohen technischen Qualitätsanforderungen erinnert, die die Luftfahrtindustrie an zugelieferte Materialien und Geräte stellen muß, um moderne Flugzeuge herstellen zu können. Das betrifft die metallurgische Industrie, die chemische Industrie, die Leichtindustrie, die gerätheherstellende Industrie und auch den Maschinenbau. Die hohen Anforderungen, die von der Luftfahrtindustrie zur Gewährleistung der Flugsicherheit gestellt werden müssen, werden zur Erhöhung der Qualität in den Zulieferindustriezweigen beitragen.

Es wird jedoch auch eine Beeinflussung bestimmter Industriezweige in ihrer technischen Entwicklung stattfinden. Mithin besteht die Bedeutung der Luftfahrtindustrie für einige andere Industriezweige darin, daß sie auf den technischen Fortschritt fördernd und belebend wirkt.



Bild 1. Schon nach relativ kurzer Anlaufzeit unserer Luftfahrtindustrie fliegen die in der DDR hergestellten IL 14 P im Inland

Bild 2. und auch im Ausland. Das Bild zeigt eine im Dienste der polnischen Luftverkehrsgesellschaft LOT stehende IL 14 P



Diese Gesichtspunkte, im Zusammenhang betrachtet, bildeten die Grundlage für den Beschluß der Regierung über den Aufbau der Luftfahrtindustrie. Welche Perspektiven der Luftverkehr und damit die Luftfahrtindustrie hat, geht schon daraus hervor, daß der Anteil des Luftverkehrs am Gesamtverkehr ständig steigt. So wurden zum Beispiel 1956 im Transatlantikverkehr 780000 Passagiere zur Luft und 1 bis 2 Millionen zur See befördert.

Mit dem Aufbau der Luftfahrtindustrie wurde Mitte des Jahres 1954 begonnen. Als Standortzentrum wurde Dresden festgelegt. Dabei bestand die Zielsetzung darin, in möglichst kurzer Zeit sichtbare Ergebnisse zu erreichen. Dafür gab es eine Reihe Voraussetzungen. Erstens waren technisch-wissenschaftliche Kader mit langjähriger Erfahrung in der Luftfahrtindustrie aus der Sowjetunion zurückgekehrt, die den Stamm an Fachkräften bildeten. Zweitens stand uns die großzügige und uneigennützte Hilfe der Sowjetunion hinsichtlich der Lieferung der Dokumentationen und Materialien zur Verfügung. Drittens wurde dem jungen Industriezweig die großzügige Unterstützung durch die Regierung und durch die Produktionsmittelindustrie zuteil. Viertens waren leitende Kader mit langjährigen Erfahrungen in der Organisation und Leitung der volkseigenen Industrie und für den Aufbau von Industriezweigen vorhanden.

Diese wichtigsten Voraussetzungen ermöglichten es, einen Plan für den raschen Aufbau des Industriezweiges festzulegen. Bereits anläßlich der 3. Parteikonferenz der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands konnte das erste in der Deutschen Demokratischen Republik fertiggestellte Verkehrsflugzeug vom Typ IL 14 P der Flugerprobung übergeben werden. Damit war die erste Entwicklungsstufe beim Aufbau des Industriezweiges abgeschlossen.

Das Verkehrsflugzeug IL 14 P ist ein zweimotoriges Flugzeug, das für 18 bis 26 Passagiere außer der Besatzung vorgesehen ist und eine maximale Reisegeschwindigkeit von 347 km/h aufweist. Dieses Flugzeugmuster wurde seit diesem Zeitpunkt in geringer Stückzahl produziert, weil gleichzeitig die Betriebe selbst vollständig ausgerüstet und weiterentwickelt werden mußten.

Neben der Herstellung der IL 14 P — Zellen, Triebwerke, Geräte und Ausrüstungen — wurde im VEB Apparatebau Lommatzsch

die Produktion von Segelflugzeugen der Typen „Baby“, Doppelsitzer „FES 530“ und „Meise“ durchgeführt. Gleichzeitig sind der Gerätenachbau und die Geräteentwicklung angefallen.

Die zweite sichtbare Entwicklungsstufe im Aufbau des Industriezweiges war die Ausstellung auf der Leipziger Frühjahrsmesse 1957. Auf dieser Messe sollte ein enger Kontakt mit den Ländern des sozialistischen Lagers und auch mit den kapitalistischen Ländern gefunden und den Werktätigen ein sichtbarer Einblick in das Leistungsniveau der Luftfahrtindustrie gegeben werden. Diese Erwartungen wurden erfüllt. Im besonderen ist erfreulich, daß neben der Verbindung mit den sozialistischen Ländern auch ein enger Kontakt zu kapitalistischen Ländern angeknüpft werden konnte.

Erfreulich ist auch die Tatsache zu werten, daß sich im Ergebnis der Frühjahrsmesse eine große Anzahl von Fachkräften des Flugzeugbaues zur Mitarbeit in unserem Industriezweig beworben hat. Im besonderen hat bei allen Interessenten für das Verkehrsflugzeug IL 14 P die von den Ingenieuren unseres Industriezweiges erfolgte Weiterentwicklung in der Erhöhung der Sitzplätze von 18 auf 26 große Beachtung gefunden.

Zum Bereich der Luftfahrtindustrie gehören jetzt Entwicklungs- und Serienbetriebe, ein mittlerer Betrieb für die Entwicklung und Fertigung von Segelflugzeugen, ein Kooperations- und Handelsbetrieb für die Geräteentwicklung, den Gerätenachbau, die Materialversorgung aus Importen und den Export von Luftfahrtgerät sowie ein Forschungszentrum und eine Ingenieurschule.

Nach der von der Regierung gestellten Aufgabe soll der Aufbau der Luftfahrtindustrie im zweiten Fünfjahrplan abgeschlossen werden. Dabei kommt es vor allem auf die richtige Größenbestimmung des Industriezweiges im Verhältnis zu den anderen Industriezweigen und die bestmögliche Ausnutzung der Kapazitäten an. Diese Größenordnung in bezug auf die Kapazität schließt sowohl die Proportionen innerhalb des Industriezweiges zwischen Entwicklung und Serie, Forschung und Entwicklung sowie zur Zulieferindustrie ein.

Das Produktionsprogramm wird sich zunächst darauf beschränken, den erfolgreichen Nachbau des Flugzeugmusters IL 14 P für die Bedarfsträger des In- und Auslandes fortzusetzen und dabei gleichzeitig die Reparatur und Überholung von Flugzeugmotoren und Zellen sowie Ausrüstungen vorzunehmen. Die Serienproduktion der bereits genannten Segelflugzeugtypen wird fortgesetzt.

In der Entwicklung befindet sich außerdem ein modernes Verkehrsflugzeug mit Strahltriebwerkenantrieb. Es ist mit seinen vier TL-Triebwerken bei einer Reichweite von 2500 km für Mittelstrecken und eine Reisegeschwindigkeit von etwa 800 km/h vorgesehen. Das Flugzeug wird für 48 Passagiere in Luxuskabinen-Ausführung und für 77 Passagiere in der Touristenklasse eingerichtet sein. Es versteht sich von selbst, daß die Entwicklung eines solchen Flugzeuges längere Zeit in Anspruch nimmt, wobei vermerkt sei, daß im Durchschnitt für einen solchen Flugzeugtyp eine Entwicklungszeit von drei bis vier Jahren als Norm angesehen werden kann. Die Fertigstellung des Prototyps dieser Maschine soll hallenklar bis zum 1. Mai 1958 erfolgen.

Bei der Entwicklung muß im besonderen die Geräteentwicklung und der Geräternachbau hervorgehoben werden. Wenn man bedenkt, daß gegenwärtig bei modernen Flugzeugen der Geräteanteil wertmäßig etwa 50 Prozent der Gesamtkosten eines Flugzeuges ausmacht, dann versteht es sich von selbst, welche Bedeutung gerade diesem Sektor im Rahmen der Luftfahrtindustrie zukommt. Hier besteht jedoch gegenwärtig noch eine große Lücke, die geschlossen werden muß, um den erforderlichen hohen technischen Stand zu erreichen. Dabei ist es wichtig, daß nicht nur an den Export von kompletten Flugzeugen gedacht ist, sondern auch Geräte und Ausrüstungen einen hohen und selbständigen Exportanteil erreichen müssen.

Die Entwicklung und Produktion von Flugzeugen ist jedoch auf die Dauer ohne eigene Forschung unmöglich. Deshalb wird in einem begrenzten Rahmen die Forschung aufgebaut und betrieben werden. Sie ist mit der Abstimmung der wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit im Rahmen des Vertrages der Warschauer Staaten unmittelbar verbunden. Das bezieht sich ebenfalls auf die Materialversorgung für die Flugzeugindustrie einschließlich der Produktion und des Absatzes. Die bestehenden Verbindungen müssen aber noch enger und die einzelnen Themen noch prägnanter abgestimmt werden.

Daneben muß die Umstellung von Importmaterialien auf Eigenaufkommen planmäßig betrieben werden. Es ist daher erforderlich, daß hierzu vor allem in der metallurgischen Industrie die Bereitschaft der leitenden Wirtschafts- und Staatsfunktionäre gefunden wird und in den Betrieben die materiellen Voraussetzungen geschaffen werden, um Luftfahrtwerkstoffe herstellen und den Bedarf decken zu können. Es ist absolut falsch, wenn teilweise die Meinung vorhanden ist, die erforderlichen Investi-

tionen für die Herstellung von Luftfahrtwerkstoffen in der metallurgischen Industrie wären in Frage gestellt, weil sie umfangreich sind. Einer solchen Auffassung kann man sich nicht anschließen; denn die Herstellung von hochwertigen Materialien und Halbzügen ist nicht eine Angelegenheit der Luftfahrtindustrie allein, sondern eine Sache des notwendigen technischen Fortschrittes. So spielen zum Beispiel Profile, wie sie der Flugzeugbau benötigt, eine große Rolle für den Leichtbau von Fahrzeugen.

Eine besonders wichtige Aufgabe ist die Sicherstellung des Bedarfs an Normteilen. Die bisher geschaffenen Voraussetzungen und vorhergesehenen Maßnahmen garantieren noch nicht, daß der Bedarf an Normteilen gedeckt werden kann. Deshalb richten wir die Bitte an die Normteilindustrie, die Anstrengungen zur Deckung unseres Bedarfs zu erhöhen.

Für die Luftfahrtindustrie in unserer Republik besteht somit eine günstige Perspektive, die jedoch zugleich die Beschränkung sowohl im Umfang unserer Produktion als auch in der Entwicklung und die Abstimmung im internationalen Rahmen notwendig macht. Der planmäßige Aufbau ist hierbei eine Voraussetzung, jedoch erfolgt dieser nicht im Selbstlauf, sondern durch Überwindung stets neu auftretender Aufgaben und bedingter Wachstumsschwierigkeiten.

Im Gegensatz zu dem Aufbau der Luftfahrtindustrie in unserer Republik vollzieht sich der Wiederaufbau der Luftfahrtindustrie in Westdeutschland über die Produktion von Militärflugzeugen, die bereits für große Stückzahlen vorgesehen ist, wogegen die Verkehrsflugzeuge importiert werden. So sagt zum Beispiel der Vorsitzende des Präsidiums des Bundesvorstandes der deutschen Industrie e. V., daß der westdeutschen Luftfahrtindustrie jede finanzielle Hilfestellung, wie sie im Rahmen der Sondergesetzgebung anderen Industriezweigen gewährt wurde, versagt geblieben ist, und daher „konnte sich ihr Anlauf nur auf dem Weg über militärische Aufträge vollziehen“.

In der Tatsache, daß sich der Wiederaufbau der Luftfahrtindustrie in Westdeutschland mit der Remilitarisierung vollzieht, besteht das charakteristische Merkmal. Das ist auch kein Wunder, wenn man bedenkt, daß im gesamten kapitalistischen Ausland bisher etwa 95 Prozent der gesamten Aufwendungen für den Flugzeugbau Kriegszwecken dienten und nur etwa 5 Prozent der Mittel für den Verkehrsflugzeugbau und die Verkehrsfluffahrt zur Verfügung stehen. Der Aufbau der Luftfahrtindustrie in Westdeutschland zeigt sich daher eindeutig als Bestandteil der Wiederaufrüstung.

Zusammengefaßt kann man sagen, daß der Aufbau und die Entwicklung der Luftfahrtindustrie in unserer Republik eine zweckmäßige Form zur Erhöhung des Volumens unserer Volkswirtschaft, der günstigen Beeinflussung der Außenhandelsstruktur und der Beeinflussung der allgemeinen technischen Entwicklung in anderen Industriezweigen ist.

Flu 168

*Allen unseren Lesern und Mitarbeitern wünschen wir
ein gutes und erfolgreiches Jahr. Den Autoren
und Mitgliedern des Redaktionskollektivs danken
wir für ihre Mitarbeit und wünschen ihnen weitere
Erfolge bei der Gestaltung der Zeitschrift. Die Redaktion*

Das Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeug 152

Von Obering. F. Freytag

DK 629.138.5.656.7.052.43
629.138.5.035.5
629.135.06.621.2
629.135.012.531

Den Bedürfnissen des anbrechenden Zeitalters des Luftverkehrs mit Strahlverkehrsflugzeugen Rechnung tragend, wurde das Flugzeug 152 entworfen. Es ist für den Einsatz auf mittleren Flugstrecken bestimmt und geeignet, auf normalen Flugplätzen entsprechend den ICAO-Empfehlungen bis zur Größenklasse E zu starten und zu landen. Gerade durch diese Eigenschaft zeichnet sich das Flugzeug 152 gegenüber allen bisher entwickelten und in Entwicklung befindlichen Verkehrsflugzeugen mit Turbinen-Luftstrahl-Triebwerken aus. Um einer möglichst großen Anzahl von Einsatzbedingungen gerecht zu werden, kann die Ausstattung normal für 48, 56 und 72 Fluggäste vorgesehen werden. Darüber hinaus ist eine weitere Erhöhung der Fluggästeszahl auf 76 möglich und selbstverständlich auch verschiedene Varianten von Luxusausführungen mit beliebigen gewünschten Anordnungen. Außerdem ist eine Variante als reiner Transporter ebenso möglich, wie jede beliebige Kombination zwischen Transporter- und Passagierausrüstung (Bild 1).

Für die einzelnen Bauteile kommt eine hochfeste Aluminiumlegierung zur Anwendung, wobei für die lebenswichtigen Anschlüsse Bauglieder aus einem vergüteten legierten Stahl Verwendung finden. Die Einzelteile sind durch Genauigkeitsnietung zu großen Baugruppen zusammengefügt, die ihrerseits wiederum durch besondere Spannungsverbindungen mittels Bolzen miteinander

findet sich der Arbeitsraum für die normalerweise aus vier Personen bestehende Besatzung. Die beiden Flugzeugführer sitzen nebeneinander in einem ausreichend mit Fenstern versehenen Raum. Dahinter sitzen der Funker und der Bordingenieur mit dem Rücken in Flugrichtung, um ein enges Zusammenarbeiten aller Besatzungsmitglieder untereinander zu gewährleisten. Im Bedarfsfalle ist die Möglichkeit vorhanden, daß ein zusätzlicher Navigator zwischen dem Funker und dem Bordingenieur einen Arbeitsplatz erhalten kann. Die Besatzung hat einen separaten Eingang zum Besatzungsraum durch eine Bodenluke, die mit einer einziehbaren Leiter versehen ist.

Im anschließenden Teil des Rumpfes befinden sich eine Garderobe für die Besatzung und die zu beiden Seiten eines Mittelganges gelegenen vorderen Gepäckräume. Diese Räume sind mit falt- und klappbaren Regalen ausgestattet, um jeder beliebigen Unterbringungsmöglichkeit gewachsen zu sein. Weiterhin folgen zwei Garderoben für die Fluggäste, die entsprechend ausgestattet sind. Im nächsten Rumpfabschnitt, dessen Fußboden um zwei Stufen niedriger liegt, befindet sich der Eingangsraum, der durch eine in der linken Rumpfsseitenwand liegende und hydraulisch nach oben öffnende Eingangstür zugänglich ist. In diesem Raum befindet sich auf der Eingangsseite eine gut ausgestattete Anrichte für die Versorgung der Fluggäste mit Speisen und Getränken in vorbereiteten Spezialbehältern. Je nach der Anzahl der Fluggäste kann hier eine Stewardess wirken, oder es können auch zwei Stewardessen sich diese verantwortungsvolle Arbeit teilen. Der Raum auf der gegenüberliegenden Seite kann entweder als Bar oder als Fluggastabteil für vier Personen eingerichtet werden.

Durch einen Mittelgang ist diese Fluggastkabine zu erreichen, in der den Fluggästen ein behaglicher, gegen Schall und Kälte reichlich isolierter, druckfester und komfortabel ausgestatteter Raum zur Verfügung steht. Die großen ovalen Fenster gewährleisten ausreichende Sichtverhältnisse auf allen Plätzen, wozu der hochliegende Tragflügel des Flugzeuges besonders beiträgt. Die bequemen Polstersessel sind auf Gummipuffern gelagert, die die hochfrequenten Schwingungen absorbieren. Zur individuellen Anpassung an die speziellen Wünsche der Fluggäste haben die Sessel eine Verstellmöglichkeit für Sitz und Rückenlehne. Eine Klimaanlage sorgt für eine gesteigerten Ansprüchen genügende Behaglichkeit während des ganzen Fluges und hält einen Kabinendruck, der einer Flughöhe von etwa 2000 m entspricht, konstant. Um allen Eventualitäten gewachsen zu sein, ist eine Sauerstoffanlage vorhanden, die für jeden Fluggast eine genügende Dosierung vorsieht.

Im hinteren Abschnitt der Fluggastkabine befinden sich zwei Toiletten, die hinsichtlich der Hygiene und Ausstattung allen Anforderungen an ein modernes Verkehrsmittel gerecht werden. Der folgende Rumpfabschnitt enthält den hinteren, ebenfalls druckdichten Gepäckraum, der sowohl von der Fluggastkabine als auch von außen zugänglich ist. Das letzte Stück des Rumpfes enthält eine Anzahl von Geräten und trägt das Höhen- und das Seitenleitwerk.

Tragwerk

Das freitragende Tragwerk besteht aus einem Mittelteil von etwa Rumpfbreite, das über dem Bereich der vorderen Fluggastkabine liegt. Beiderseits sind mittels Schubbuchsen und Zug-

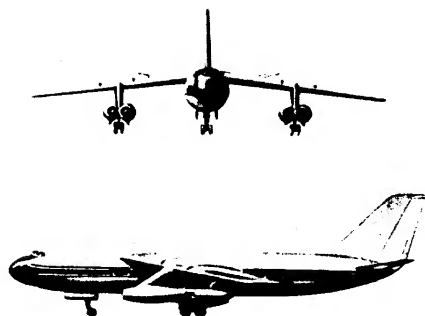


Bild 1. Vorder- und Seitenansicht des Strahltriebwerke-Verkehrsflugzeuges 152

ander verbunden sind. Zur Sicherstellung der aerodynamischen Güte der gesamten Flugzeugzelle müssen die Nietverbindungen mit Genauigkeiten bis zu $1/1000$ mm hergestellt werden. Da Genauigkeiten in ähnlicher Größenordnung für alle Konturen gefordert werden müssen, wurde für alle Bauteile die Schalenbauweise angewendet, bei der die hauptsächlich tragenden Bauglieder durch die Außenhaut selbst gebildet werden, die durch zweckmäßige Stützung mittels Spanten und Pfetten ausgesteift wird.

Rumpfwerk

Der Rumpf enthält in seinem vorderen Teil einen Raum, der zur Unterbringung eines Kollisions- und Wetterwarn-Radar-Gerätes vorgesehen ist. Zu diesem Zweck ist dieser Teil nicht mit in den druckdichten Teil des Rumpfes einbezogen und mit einer Kunststoffkappe abgeschlossen. Im Anschluß daran be-

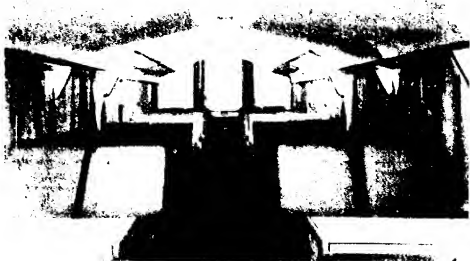


Bild 2. Fluggastkabine gegen die Flugrichtung gesehen



Bild 3. Blick in den hinteren Teil der Fluggastkabine



Bild 4. Sitzzecke im vorderen Teil der Fluggastkabine

klappen. Diese sind von besonderer Bauart und werden durch sinnvoll gestaltete Gestänge über Spindeln mittels hydraulischer Betätigung gleichzeitig ausgeschlagen und nach hinten ausgefahren. Dadurch wird ermöglicht, daß der Auftriebsbeiwert so weit gesteigert wird, daß die Landegeschwindigkeit gering bleibt und die Startstrecke auf ein so geringes Maß gebracht wird, wie sie bei bisher noch keinem Flugzeug mit Turbinen-Luftstrahl-Triebwerken erreicht wurde. Die Landeklappen sind auf beiden Tragflügelseiten dreiteilig, genauso wie die Querruder. Hierdurch wird auf einfache Weise erreicht, daß auch bei starken Tragflügeldurchbiegungen ein Verklemmen oder Schwergehen der Teilruder vermieden wird, da jedes Teilruder nur zwei Lagerpunkte an beiden Endrippen aufweist.

Leitwerk

Das Heckleitwerk, bestehend aus Höhen- und Seitenleitwerk, ist ähnlich dem Tragwerk aufgebaut und ebenfalls gepfeilt. Alle Flossennasen sind an die Warmluftenteisung angeschlossen. Die Höhenruder sind beiderseits aus den gleichen Gründen wie Landeklappen und Querruder dreiteilig. Dagegen ist das Seitenruder nur zweiteilig ausgeführt. Von allen Rudern ist jeweils ein Teilruder mit einer Trimmklappe versehen, die zur Herabsetzung der Ruderkräfte gleichzeitig als weggesteuertes Ausgleichsrudder angeschlossen ist. Sowohl die Querruder als auch die Ruder des Heckleitwerkes sind weitgehend aerodynamisch und massenmäßig ausgeglichen, um bei den hohen Geschwindigkeiten ausreichende Steuerfähigkeit und genügende Flattersicherheit zu gewährleisten. Alle Ruder sind einschließlich der Außenhaut aus Metall hergestellt und in bewährter Bauweise konstruiert.

Fahrwerk

Als Fahrwerk ist für die ersten Flugzeuge ein Tandem-Hauptfahrwerk vorgesehen, bei dem das gesamte Hauptfahrwerk im Rumpf untergebracht ist und die beiden Stützfahrwerke in Außengondeln an den Tragflügelenden liegen. Mit Rücksicht auf eine wesentliche Vergrößerung der Fluggastkabine wird für die nächste Variante das hintere Hauptfahrwerk in zwei Einzelsysteme aufgeteilt, die zwischen den Zwillingstriebwerken unter dem Tragwerk angeordnet sind. Dadurch entfallen dann die Stützfahrwerke an den Tragflügelenden, wodurch wiederum die Möglichkeit besteht, in den Tragflügel-Endgondeln Raum für Kraftstoff zu schaffen. Das wahlweise lenk- oder schwenkbare Bugfahrwerk besitzt Zwillingsräder. Es liegt unter dem vorderen Gepäckraum im Rumpf und wird hydraulisch nach vorn eingefahren. Die beiden Hauptfahrwerke tragen jeweils vier Bremsräder in Wagen-Anordnung und werden ebenfalls hydraulisch nach hinten in einen Körper eingezogen, der im hinteren Teil zwischen den Zwillingstriebwerken liegt. Alle drei Fahrwerke sind als Schwinghebelsysteme entworfen und mit ölgedämpften Luftfederbeinen ausgerüstet. Um eine angenehme Weichheit beim Rollen und Landen zu gewährleisten, besitzen die Fahrwerke einen sehr großen Federweg. Als Radbremsen kommen Scheibenbremsen zur Anwendung, und ein in jedem Rad vorhandener Entbremsautomat garantiert eine Bremsung des Flugzeuges auf kürzeste Entfernung.

anker die gepfeilten Außenflügel angeschlossen. Die Pfeilung und Profilierung des Tragwerkes ist für Fluggeschwindigkeiten bis etwa 950 km/h ausgelegt. Auch die Bauweise entspricht der Geschwindigkeit, wobei der tragende Flügelkasten als mit Wellen versteifte Schale mit senkrechten Stegwänden durchkonstruiert ist. Der Schalenkasten des Tragwerkes nimmt in Gummibehältern den mitzuführenden Kraftstoff auf. Durch einfache Druckbelüftung der Behälter wird der Kraftstoff den Triebwerken zugeführt oder kann im Notfall über einen Schnellablaß ins Freie befördert werden. Der Nasenkasten des Tragwerkes ist mit einer Warmluftenteisung ausgestattet, die die erforderliche Heizleistung von den Triebwerken erhält. Außerdem laufen in der Nase Leitungen und Gestänge für Versorgung und Bedienung sowie auch die Steuerung für die Querruder. Im Endkasten sind Hydraulikleitungen und elektrische Leitungen untergebracht und im inneren Teil die Betätigung für die Lande-

Triebwerk

Die in zwei Zwillingsgondeln jeweils an einem Stiel unter den Tragflügeln angeordneten Triebwerke 014 sind moderne Turbinen-Luftstrahl-Triebwerke mit einem Maximalschub von je 3150 kp in Bodennähe. Das Triebwerk 014 besteht im wesentlichen aus einem mehrstufigen Axialverdichter, einer Ringbrennkammer, einer zweistufigen Axialturbine und einer Schubdüse. Da es speziell für den Einsatz im Luftverkehr entwickelt ist, zeichnet es sich durch geringen spezifischen Kraftstoffverbrauch im Reiseflugbereich und hohe Lebensdauer aus. Dadurch wird in hohem Maße die Wirtschaftlichkeit des Flugzeuges günstig beeinflusst. Die vollautomatische Regelung erlaubt eine Einhebelbedienung, die es dem Flugzeugführer gestattet, sich voll auf die Steuerung des Flugzeuges zu konzentrieren. Durch einige wenige Anzeigergeräte ist die Überwachung sichergestellt, während der Bordingenieur an Hand einer Reihe von Instrumenten und Anzeigen das einwandfreie Arbeiten der Triebwerke genau überwachen kann. Der Kraftstoff ist in leichten Gummibehältern in jeder Tragflügelhälfte untergebracht. Die Betankung wird normalerweise über zwei Außenbordanschlüsse, die in den beiden Außenflügeln liegen, durch Druckbetankung von jeweils einem Tankwagen in etwa zehn Minuten durchgeführt. Darüber hinaus sind auf der Rumpfoberseite zwei Tankanschlüsse vorgesehen, um durch einfache Fallbetankung die Auffüllung von Kraftstoff auch auf den Flugplätzen zu ermöglichen, die nicht im Besitz von Drucktankwagen sind. Die vorhandene Kraftstoffanzeige gibt die jeweils noch zur Verfügung stehende Kraftstoffmenge an und zeigt gleichfalls auch den zeitlichen Verbrauch. Eine Restwarnanlage sichert durch eine Anzeige vor einem völligen Leerfliegen der Behälter.

Hydraulikanlage

Alle Kraftbetätigungen werden durch eine Hydraulikanlage durchgeführt, wobei die Auslösung durch elektrische Übertragung erfolgt. Derartige Anlagen haben sich bisher als die zuverlässigsten und leichtesten bewährt. Die Anzeige der ausgeführten Betätigung erfolgt durch elektrische Signalgabe. Der Druck im Hydrauliksystem wird durch vier Pumpen erzeugt, die von je einem Triebwerk angetrieben werden. Bei Ausfall des normalen Systems kann über ein elektrisch angetriebenes Pumpenaggregat die Betätigung erfolgen, wobei jeder Vorgang einzeln gefahren wird. Die für diesen Fall vorgesehenen Notwahlschalter befinden sich in der Bordingenieurtafel. Dem Bordingenieur obliegt die gesamte Überwachung der Hydraulikanlage, wozu er die entsprechenden Geräte und Anzeigen in einer speziellen Gerätetafel zur Verfügung hat.

Steuerung

Die Steuerung des Flugzeuges geschieht mittels einer normalen mechanischen Handsteueranlage. Durch aerodynamischen Ausgleich der einzelnen Ruder wird das Kraftniveau so weit herabgesetzt, daß die Hand- und Fußkräfte in beherrschbaren Grenzen liegen. Es ist vorgesehen, bei weiterer Steigerung der Geschwindigkeit des Flugzeuges zur Unterstützung des Flugzeugführers in das Steuergestänge jeder Achse einen hydraulischen Kraftverstärker einzubauen. Zur Entlastung der Flugzeugführer während des Reisefluges ist eine komplette Dreiachsensteuer-einrichtung vorhanden, die ihre Impulse von einer Steuerzentrale empfängt.

Nachrichtenübermittlung und Navigation

Die Navigations- und Funkanlage sieht eine Reihe von Stationen vor, die den Verkehr von Bord zu Bord und von Bord zu Boden und umgekehrt sicherstellt. Sende- und Empfangsanlage für den

Kurzwellen- und Ultra-Kurzwellen-Bereich sind für Telefonie und Telegrafie vorhanden. Für die Verständigung der Besatzungsmitglieder untereinander sorgt eine Eigenverständigungs-Anlage mit Telefonieverkehr.

Außer den üblichen Navigationsgeräten, wie Wendezeiger, Wendehorizont, Kreiselkompaß, Magnet- und Fernkompaß, kann für Nacht- und Blindflüge sowie auch für die Blindlandungen über Funkanlagen der Flugbetrieb durchgeführt werden. Hierfür stehen zwei Funkpeilanlagen für Eigenpeilung, ein Funk-Fein-höhenmesser, ein Funk-Entfernungsmesser und ein Markierungs-empfänger zur Verfügung. An einem Kreuzzeigerinstrument wird von einem Kurs- und Gleitwegempfänger der richtige Gleitweg und der richtige Kurs während des Landeanfluges angezeigt.

Wie es bei einem Flugzeug in dem Geschwindigkeitsbereich der 152 nicht anders zu erwarten ist, sind alle Antennen der Funkanlage bündig mit der Außenhaut eingebaut. Das hat nicht allein den Zweck, den Widerstand des Flugzeuges so gering wie möglich zu halten, sondern es wird dadurch auch die Gefahr des Eisansatzes und damit Ausfall der Antennen für den Funkbetrieb bei Vereisungsgefahr vermieden.

Ein umfangreiches Entwicklungsprogramm war hierfür erforderlich, aber ein äußerlich vollkommen glattes Flugzeug ist der große Erfolg der unendlich vielen Mühen der Entwicklung und Erprobung. Die aufgeführte Gerätezusammenstellung ist eine Empfehlung des Flugzeugwerkes. Da verschiedene Luftverkehrsgesellschaften spezielle Wünsche für die Bestückung mit Funkgeräten haben, ist von vornherein darauf Rücksicht genommen worden, auch andere Geräte einbauen zu können. Auf Grund der gemachten Erfahrungen wird es in allen Fällen möglich sein, auch für andere Anlagen die erforderlichen Antennen versenkt einzubauen.

Zusammenfassung

Es würde den Rahmen einer kurzen Gesamtübersicht über das Flugzeug 152 sprengen, sollten alle Einzelheiten beschrieben werden, die einerseits für die Sicherheit des Flugbetriebes, andererseits für die Sicherheit und Bequemlichkeit der Fluggäste vorhanden sind. Besonders zu erwähnende Merkmale des Flugzeuges 152: Die Länge der Rollstrecke beim Start ist kleiner als 1000 m. Der Start selbst kann bei Ausfall eines Triebwerkes fortgesetzt werden. In den dafür vorgesehenen Räumen kann die gesamte Nutzlast auch in Form von Fracht und Post befördert werden. Die Reisegeschwindigkeit kann auf über 800 km/h erhöht werden, ohne daß die Verkürzung der Flugstrecke praktisch ins Gewicht fällt. Die Anordnung der Triebwerke in Gondeln, die an Stielen unter den Tragflügeln hängen, ergibt für die Fluggäste geringe Belästigungen durch Lärm und Vibrationen, verbürgt erhöhte Brandsicherheit und bequeme Wartbarkeit der Triebwerksanlage. Weiterhin ist durch diese Anordnung eine evtl. Umstellung auf andere Triebwerksmuster bei geringstem Arbeitsaufwand möglich.

Kenndaten des Verkehrsflugzeuges 152

Spannweite	26,3 m
Größte Länge	31,4 m
Größte Höhe	9,7 m
Fluggewicht	40 bis 45 t
Nutzlast	5,5 t
Reisegeschwindigkeit	800 km/h
Landegeschwindigkeit	200 km/h
Rollstrecke beim Start	980 m
Reiseflughöhe	10 bis 12 km
Flugstrecke	2000 bis 3000 km

Flu 169

Flugzeug-Fahrwerke

Von Prof. Dipl.-Ing. B. Baade (Fortsetzung aus Heft 5,6)

Dr. 629 135 015 298
629 135 015 347 811 2
629 135 015 324 712

5. Tandemfahrwerk

5.1 Anordnung des Fahrwerkes

Mit zunehmender Fluggeschwindigkeit bei Machzahlen über 0,8 und den damit verbundenen dünneren Tragflügelprofilen ergaben sich Schwierigkeiten bei der Unterbringung des einzuziehenden Fahrwerkes. Nur bei günstiger Anordnung der Triebwerks-gondeln, wie z. B. beim „Comet“, ist innerhalb derselben ausreichend Platz für die Hauptfahrwerke vorhanden. In allen anderen Fällen entstanden teilweise recht komplizierte Lösungen. Z. B. wurden die Fahrwerke in den Rumpf eingezogen und für Start und Landung seitlich ausgeschwenkt. Die sich hierbei ergebende geringe Spurweite verminderte die Standfestigkeit des Flugzeuges gegen seitliches Kippen. Diese und auch andere Anordnungen führten jedoch durch die Kompliziertheit der einzelnen Mechanismen zu keinen voll befriedigenden konstruktiven Lösungen. Als Ausweg entstand daher das Tandemfahrwerk (Bild 17). Das Tandemfahrwerk ist dadurch gekennzeichnet, daß die Haupträder weit vor und hinter dem Schwerpunkt in der Rumpflängsachse untergebracht sind und daß die Stabilisierung des Flugzeuges gegen Kippen durch kleinere Stützräder, die möglichst weit außen an den Tragflügeln angebracht sind, gewährleistet wird (Bild 18 und Bild 1 in Heft 3/4).

Bei dieser Anordnung wird gleichzeitig erreicht, daß in der Nähe des Schwerpunktes ein möglichst großer Raum für die Beladung frei bleibt.

Obgleich die Belastung der vorn und hinten liegenden Hauptfahrwerke frei wählbar scheint, haben sich solche Anordnungen bewährt, bei denen das vordere Fahrwerk etwa 40% und das hintere etwa 60% der ruhenden Last aufnehmen. Die vorderen Räder werden in üblicher Weise leicht schwenkbar ausgeführt. Es ist jedoch erforderlich, diese Räder auch lenkbar auszuführen, da das Kurvenrollen am Boden nicht mehr durch Bremsung der Räder erfolgen kann. Die seitlichen Stützräder werden am besten ungefähr in der Ebene, die durch die Achse der hinteren Haupträder gegeben ist, angeordnet, damit sie beim Kurvenrollen keine Schwenkbewegungen ausführen müssen.

Auf Grund der mit allen bisherigen Fahrwerksanordnungen gesammelten Erfahrungen werden an das Tandemfahrwerk folgende Forderungen gestellt:

- a) Das Flugzeug soll am Boden wie ein Auto lenkbar sein.
- b) Zum Beladen soll die Rumpfachse des Flugzeuges möglichst horizontal stehen.
- c) Bei Start und Landung soll der Flugzeugführer nicht genötigt sein, Unstabilitäten auszugleichen.
- d) Die Start- und Landestrecken dürfen gegenüber dem Bugradfahrwerk nicht vergrößert werden.
- e) Das Flugzeug soll bei Start und Landung mit Seitenwind und beim Rollen stabil sein.

Zur Erfüllung dieser Anforderungen ergeben sich für das Tandemfahrwerk ganz bestimmte konstruktive Bedingungen, die im folgenden näher betrachtet werden sollen.

5.2 Wahl des Radstandes

Der Radstand des Hauptfahrwerkes ist nicht frei wählbar, da seine Größe die von den Einzelfahrwerken aufzunehmende Arbeit maßgeblich bestimmt. Er sollte möglichst so festgelegt werden,

daß die Arbeitsaufnahme jedes einzelnen Fahrwerkes unabhängig von der Lage des Flugzeuges bei der Landung ist.

Wenn ein Flugzeug bei der Landung mit allen Rädern gleichzeitig aufsetzt, ohne dabei eine Drehgeschwindigkeit um die Querachse zu haben, so beträgt die gesamte von beiden Fahrwerken aufzunehmende Arbeit



Bild 17. B-47 mit Tandemfahrwerk

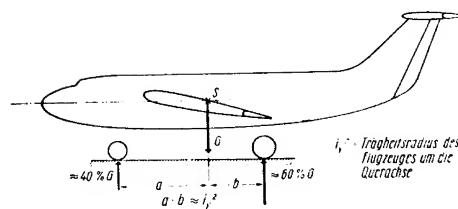


Bild 18. Anordnung und Gewichtsverteilung beim Tandemfahrwerk

$$A_{\text{ges}} = \frac{m \cdot v_{\text{st}}^2}{2} \text{ [kgm]}$$

und der Anteil auf jedes einzelne Fahrwerk

$$A = \frac{m_{\text{red}} \cdot v_{\text{st}}^2}{2} \text{ [kgm]} \quad 1)$$

Berührt aber das Flugzeug z. B. mit den Hinterrädern zuerst den Boden, so entsteht infolge des Aufsetzens der Räder ein kopflastiges Drehmoment um die Querachse. Die Stoßgeschwindigkeit des vorderen Fahrwerkes wird dadurch größer als die Sinkgeschwindigkeit im Schwerpunkt des Flugzeuges. Um zu verhindern, daß in vorstehendem Falle die erforderliche Arbeitsaufnahme der Bugräder größer als beim gemeinsamen Aufsetzen aller Räder wird, muß folgende Bedingung erfüllt sein:

$$a \cdot b \approx i_y^2 \quad (\text{Bild 17})$$

Diese Bedingung gilt allerdings nur, wenn das eine Fahrwerk bis zum Aufsetzen des nächsten noch keine Energiewieder abgegeben hat und wenn die aerodynamischen Kräfte an den Tragflächen sowie diejenigen, die durch den Anlaufstoß und durch Bremsen am Fahrwerk entstehen, vernachlässigt werden.

¹⁾ Vgl. Formeln 2.3.10, 2.3.11 und 2.3.12, siehe „Deutsche Flugtechnik“, Heft 3/4, S. 43.

Zur genauen Ermittlung der durch die Fahrwerke erforderlichen Arbeitsaufnahme ist eine eingehende Bewegungsrechnung erforderlich, die alle vorgenannten Faktoren berücksichtigt. In diesem Rahmen sollte lediglich gezeigt werden, daß die Wahl der Fahrwerksabstände nicht beliebig erfolgen kann.

5.3 Anordnung der Stützräder

Infolge der zentralen Lage der Haupträder unter der Flugzeuglängsachse ist eine seitliche Abstützung erforderlich. Dies ist auch dann der Fall, wenn die Hauptfahrwerke Doppelradanordnungen haben, da die Spurweite solcher Räder keine genügend große Standfestigkeit ergibt.

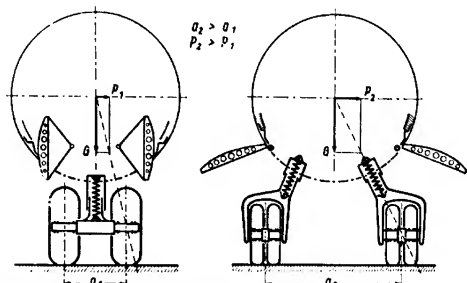


Bild 19. Seitenstabilität bei Tandemfahrwerken

Wie aus Bild 19 ersichtlich, kann ein seitliches Kippen bei eng zusammenstehenden Rädern schon bei sehr kleinen Seitenkräften P_2 erfolgen. Die Seitenkräfte können durch Zentrifugalkräfte oder durch Seitenwind bewirkt werden. Der Kippwinkel wird erreicht, wenn die Resultierende aus Gewicht und Seitenkraft außerhalb des Unterstützungspunktes des stärker belasteten Reifens fällt. In diesem Moment wird die Belastung des anderen

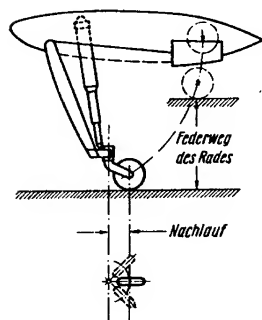


Bild 20. Schwingendes Stützfahrwerk

Rades zu Null. Bei weiter auseinanderstehenden Einzelrädern können zwar die Seitenkräfte größer werden, aber auch hier ist noch keine ausreichende Kipsicherheit erreichbar, da hierfür die mögliche Seitenkraft mindestens gleich dem Gewicht sein müßte.

Die Stützräder sollen nicht nur eine Stabilisierung des Flugzeuges bei kleinen Geschwindigkeiten bzw. im Stillstand bewirken. Ohne ihre Mithilfe ist auch ein einwandfreies Steuern bei allen Rollbewegungen unmöglich. Wenn die Stützräder keine Bodenberührung haben, so entsteht leicht ein Hängewinkel nach der einen oder der anderen Seite. Als Folge davon würden sich die

frei schwenkbaren Vorderräder in einem Winkel zur Flugzeuglängsachse einstellen. Das Flugzeug würde beginnen, eine Kurve nach der Seite des hängenden Tragflügels zu rollen. Die dadurch entstehende Zentrifugalkraft würde ein Hinüberkippen nach der anderen Seite bewirken. Das Flugzeug würde somit in einer Wellenlinie rollen. Die Stabilisierung muß also so steil sein, daß man beim Tandemfahrwerk eigentlich nicht von einer Zweirad-, sondern von einer Vierradanordnung sprechen muß.

Bei einer Landung mit Hängewinkel müssen die Stützräder in der Lage sein, das Flugzeug in die Horizontale zurückzudrehen. Sie haben hierbei den Stoß der gesamten reduzierten Masse am Einbauort aufzunehmen.

$$m_{\text{red}} = \frac{m}{1 + \left(\frac{l}{i_x}\right)^2} \quad \left[\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}} \right]$$

m = Gesamtmasse des Flugzeuges in $\frac{\text{kg} \cdot \text{s}^2}{\text{m}}$

l = Abstand des Stützrades von der Flugzeuglängsachse in m

i_x = Trägheitsradius des Flugzeuges um die Längsachse in m.

Die Arbeitsaufnahme des Stützrades ergibt sich dann wieder aus

$$A = \frac{m_{\text{red}} \cdot v_{\text{st}}^2}{2} [\text{kgm}]$$

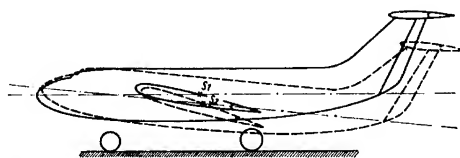


Bild 21. Anstellwinkelhöhung beim Tandemfahrwerk durch Absenken der Hinterräder

Die reduzierte Masse und damit auch die erforderliche Arbeitsaufnahme werden kleiner, je größer der Abstand des Stützrades von der Flugzeuglängsachse ist. Deshalb erscheint die Anordnung der Stützräder an den Tragflügelenden am günstigsten. Zwar wird hierbei ein großer Hub verlangt, der jedoch von einem normalen Schwingfahrwerk ohne weiteres erreicht wird (Bild 20). Der lange Hub ergibt für die Stützfahrwerke eine kleine Federkonstante, wodurch sich auch die Raddrücke nur wenig ändern. Im Gegensatz zu den Hauptfahrwerken dürfen die Federstreben der Stützräder nur eine geringe Rückgangsdämpfung besitzen, damit das Flugzeug möglichst schnell in die Horizontale gedreht werden kann.

5.4 Start- und Landevorgang

Das Tandemfahrwerk gibt dem Flugzeugrumpf beim Start bereits eine horizontale Lage. Hierdurch wird gleichzeitig auch der kleinstmögliche Widerstand erreicht. Zur Einleitung des Abhebevorganges muß das Flugzeug aber auf einen ausreichenden Anstellwinkel gebracht werden. Hierzu sind folgende Maßnahmen denkbar:

- Die Tragflügel werden gedreht, was jedoch aus konstruktiven Gründen nur bei kleinen Flugzeugen durchführbar ist.
- Das Bugfahrwerk wird während des Startens verlängert.
- Die Hinterräder werden während des Startens abgesenkt.

Das letztgenannte Verfahren hat sich in der Praxis als das zweckmäßigste erwiesen (Bild 21). Wenn das hintere Fahrwerk auf einem hydraulischen Zylinder gelagert wird, braucht zur Erreichung des gewünschten Anstellwinkels nur eine entsprechende Ölmenge aus dem Stützzylinder abgelassen zu werden. Dieser Vorgang kann vom Flugzeugführerraum aus durch Einschalten eines elektromagnetischen Ventils eingeleitet und bei Erreichung der Endlage durch ein Steuerventil unterbrochen werden. Da die Startcharakteristik des Flugzeuges bekannt ist, läßt sich der ganze Startvorgang praktisch dadurch automatisieren, daß bei einer bestimmten Geschwindigkeit das Absenken der Räder entweder vom Flugzeugführer oder vom Staudruck gesteuert eingeleitet wird. Das Flugzeug hebt dann ohne zusätzliche Betätigung des Höhenruders ab. Für den Flugzeugführer ergibt sich somit ein außerordentlich leicht durchzuführender Start.

Die Landung vollzieht sich am besten mit voll ausgefahrenen Fahrwerken, so daß sich der Rumpf in Horizontallage befindet. Bei normaler Landung ist dann ein Wiederabheben kaum möglich, da der geringe Anstellwinkel hierfür nicht ausreicht. Das Flugzeug neigt also nicht zum Springen. Allerdings muß die Arbeitsaufnahme in den beiden Hauptfahrwerken groß genug sein, und die Rückgangsdämpfung darf nur ein langsames Wiederausfedern gestatten. Damit verläuft auch die Landung mit Tandemfahrwerk relativ einfach.

5.5 Das Lenken am Boden

Zur Sicherstellung der Rollstabilität und um zu gewährleisten, daß das Flugzeug beim Aufsetzen bei einer Schiebelandung sofort wieder geradeaus rollt, ist es erforderlich, das Bugrad freischwenkbar zu gestalten. Zum Kurvenrollen kann das Flugzeug mit Tandemfahrwerk nicht mit den Bremsen gelenkt werden, da die Haupträder keinen oder einen zu geringen Abstand von der Flugzeuglängsachse besitzen. Das Bugrad muß daher mittels einer Lenkvorrichtung in die gewünschte Lage gebracht werden.

Nimmt man als kleinsten Bodenrollradius die Spannweite an, so reicht bei normaler Anordnung der Fahrwerke ein Lenkausschlag des Bugrades von 25° nach jeder Seite. Dieser Ausschlag ist aber nur bei Rollmanövern mit kleinen Geschwindigkeiten erforderlich. Während des Startens und Landens mit den dabei auftretenden höheren Geschwindigkeiten sind dagegen nur kleine Ausschlagswinkel von maximal etwa $\pm 2,5^\circ$ notwendig. Größere Lenkausschläge wären hierbei geradezu gefährlich. Es ist daher zweckmäßig, die Lenkvorrichtung umschaltbar zu machen, so daß für das Bodenrollen der große und für Start und Landung der kleine Ausschlag gewählt wird.

Die Bugradlenkung ist am Boden mit dem Seitenruderpedal gekuppelt. Durch Betätigung zweier elektrischer Druckknöpfe am Steuerrad kann entweder der große oder der kleine Lenkausschlag dem vollen Seitenruder-Pedalausschlag zugeordnet werden.

Der Start verläuft so, daß anfangs bei kleinen Geschwindigkeiten nur die Bugradlenkung allein, aber bei Erreichung größerer Geschwindigkeiten gleichzeitig die Seitenruderwirkung vorhanden ist. Schließlich reicht die aerodynamische Wirkung der Seitenruder allein aus, und die Bugradlenkung kann vom Flugzeugführer zurückgenommen werden. Dadurch ist im Augenblick des Abhebens am Vorderrad keine Seitenkraft aus der Lenkung mehr vorhanden, so daß keine Störung um die Flugzeughochachse entsteht. Zum Einziehen muß das Bugfahrwerk vorher auf Mittelstellung gebracht werden.

6. Sonderausführungen von Fahrwerken

Außer den bisher betrachteten wichtigsten Fahrwerksarten in Normalausführung gibt es für bestimmte Zwecke noch Sonderausführungen, die im folgenden nur kurz gestreift werden sollen.

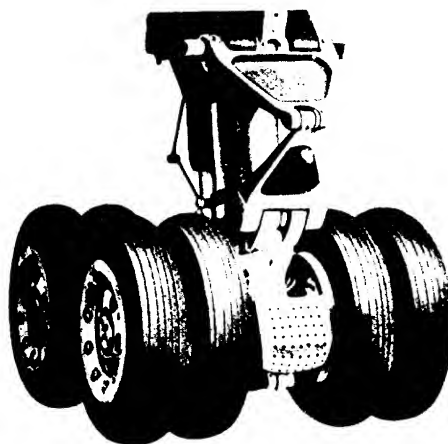


Bild 22. Wagenfahrwerk

6.1 Wagenfahrwerk

Es ist dadurch gekennzeichnet, daß anstatt eines Rades mehrere kleinere an einem Rahmen angebaut sind (Bild 22).

Die Anordnung hat einmal den Vorteil, daß das Fahrwerk beim Einziehen leichter innerhalb der Flugzeugkontur unterzubringen ist. Zum anderen besitzen die kleineren Räder ein jeweils geringeres spezifisches Trägheitsmoment (bezogen auf die Tragfähigkeit der Räder), so daß der Anlaufstoß zur Beschleunigung der aufsetzenden Räder stark vermindert ist. Die Beschleunigungsarbeit je kg Fluggewicht wird dadurch viel kleiner.

Das Wagenfahrwerk setzt mit einem Anstellwinkel auf, d. h., die hinteren Räder werden zuerst beschleunigt und dann erst die übrigen.

Nachteilig wirkt sich das Wagenfahrwerk infolge des schweren Wagenrahmens aus, und außerdem reicht die Bremsleistung der kleinen Räder für schnell landende Flugzeuge im allgemeinen nicht mehr aus.

6.2 Schneekufen

In früheren Jahren wurden im Winter häufig Schneekufen eingesetzt, um die Durchführung des Flugbetriebes auch nach ausgedehnten Schneefällen von wenig vorbereiteten Plätzen aus zu ermöglichen.

Schneekufen sind aerodynamisch mehr oder weniger gut verkleidete Skier, die entweder an Stelle der Räder drehbar an den Achsen oder auch an der Unterseite der Räder befestigt werden. Infolge der geringen zulässigen Flächenbelastung für den Kufenboden sind die Kufen sehr groß und lassen sich daher nicht einziehen. Schon deshalb kommen sie für heutige Hochgeschwindigkeitsflugzeuge nicht in Frage.

Verwendung fanden die Schneekufen hauptsächlich für Transportflugzeuge, da sie einen Einsatz von Behelfsflugplätzen, zugefrorenen Seen und ebenen Feldern gestatten. Mit zunehmendem Ausbau von Flugplätzen, der Anlage von Betonbahnen und der Mechanisierung der Reinigung dieser Bahnen entfiel allmählich



Bild 23. Transportflugzeug mit Schneekufen

Bild 24. Flugzeug mit ausgefahrenen Landekufe und zwei Stützkufen nach dem Abheben beim Abwurf des Startwagens, der durch Bremsschirm zum Stehen gebracht wird

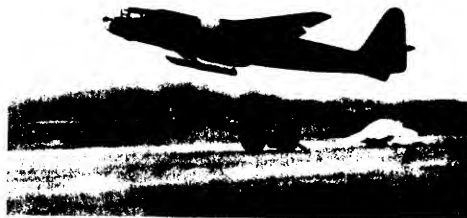
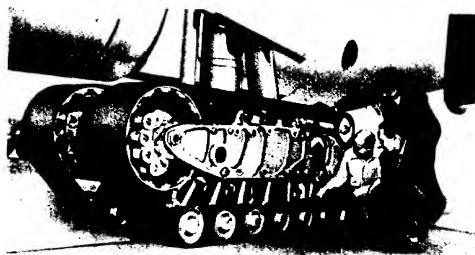


Bild 25. Raupenfahrwerk eines schweren Transportflugzeuges



die Notwendigkeit der Verwendung von Schneekufen. Für Spezialzwecke, z. B. beim Flugzeugeinsatz in Polargebieten, sind sie teilweise noch heute zu finden (Bild 23).

6.3 Kufenfahrwerk

Um eine Landung in unvorbereitetem Gelände zu ermöglichen, wurden verschiedentlich Kufenfahrwerke entwickelt. Unter der Rumpfmittle befindet sich an mehreren Federstreben eine einziehbare Kufe. Gegen seitliches Kippen wird das Flugzeug meistens durch Stützkufen gesichert, die unter den Tragflügeln befestigt sind. Infolge des hohen Reibungswiderstandes sind Kufenlandungen wesentlich kürzer als mit Radfahrwerken.

Der Start mit Kufe erfordert ebenfalls infolge der großen Reibung erheblich höhere Antriebsleistungen und erfolgt daher entweder mittels einer Startschleuder mit zusätzlich angehängten Startraketen oder durch Flugzeugschlepp. Soll der Start auf einer Betonbahn vor sich gehen, so werden abwerfbare Räder vorgesehen oder das ganze Flugzeug wird mit eingezogener Kufe auf einen Startwagen gesetzt (Bild 24).

Da sich Flugzeuge mit Kufen nach der Landung nicht selbst bewegen können, sondern Hilfsfahrwerke benötigen, eignen sich derartige Fahrwerke nur für kleinere Flugzeuge.

6.4 Raupenfahrwerk

Gleisketten-Fahrzeuge besitzen bekanntlich den Vorteil einer geringen Flächenpressung, der sie zum Einsatz auf weichem Boden besonders geeignet macht. Die große Länge der Raupen läßt in Verbindung mit der hochgezogenen Nase auch ein gefahrloses Überrollen größerer Hindernisse zu.

Eine Verwendung dieser Fahrwerksart vor allem für Transportflugzeuge ist in vielen Fällen wünschenswert. Versuche in dieser Richtung laufen schon seit langer Zeit. Einige wirklich brauchbare Konstruktionen sind erst in letzter Zeit geglückt (Bild 25).

Das konstruktive Hauptproblem bei Flugzeug-Raupenfahrwerken besteht darin, daß die sonst bei Gleisketten-Fahrzeugen üblichen hohen Gewichte hier nicht möglich sind, da die beim Anlaufstoß entstehende Beschleunigungskraft sonst unerträglich groß würde. Diese Kraft steigt mit der zu beschleunigenden Masse und dem Quadrat der Landegeschwindigkeit. Sie ist infolge der vielen zu beschleunigenden Räder wesentlich höher als beim Einzelrad. Außerdem muß sie durch die sehr biegsame Raupe übertragen werden, während sich diese Beschleunigungskraft beim Einzelrad auf dessen großen Umfang an den mit Drahtseilen verstärkten Wulsten gleichmäßig absetzen kann. Hierbei muß die Raupe trotz aller Biegeweichheit in der Lage sein, den Bodendruck zwischen den einzelnen Stützrollen ohne zu große Durchbiegung aufzunehmen.

In der Raupe selbst entstehen während des Umlaufes dauernd wechselnde Kräfte, die durch Zentrifugalkräfte, Längsspannungen infolge des Reibungswiderstandes und des Bodendruckes bedingt sind. Derartige Wechselkräfte sind besonders bei der Verwendung dicker Profile schädlich. Man ist daher bei neuen Raupenfahrwerken dazu übergegangen, die Raupe als endlosen, mit Luft gefüllten Schlauch herzustellen.

Weitere Probleme ergeben sich noch bei der Anordnung der einzelnen Räder auf einem Hebelsystem mit sofort ansprechendem Druckausgleich, bei der Unterbringung der Bremsen und der Gestaltung des Einziehmechanismus.

Fig. 158

(Wird fortgesetzt)

Der Flugmotor ASch-82 T

Von Ing. F. Köhler

DK 621.431.75 ASch-82 T
621.43-127

Der Flugmotor ASch-82 T ist ein luftgekühlter Vierzehn-Zylinder-Sternmotor mit direkter Einspritzung des Kraftstoffes. Der Motor eignet sich für Mittel- oder Tragflügleinbau und ist zur Verwendung für Transport- und Verkehrsflugzeuge vorgesehen. Der konstruktive Aufbau in Verbindung mit hochwertigem Material verbürgt hohe Lebensdauer und Betriebssicherheit. Formgebung und geringer Raumbedarf ergeben einen kleinen Stirnwiderstand und gute Einbaumöglichkeiten.

Die direkte Einspritzung des Kraftstoffes in die Zylinder unterbindet die Vereisungsgefahr der Kraftstoffanlage in großen Höhen und ergibt durch gleichmäßige Beaufschlagung aller Zylinder hohe Leistungen bei geringstmöglichem Kraftstoffverbrauch (Bild 1 und 2).

Kenndaten des Flugmotors ASch — 82 T

Bohrung	155,5 mm
Hub	155,0 mm
Gesamthubraum	41,2 l
Verdichtungsverhältnis	6,9 ± 0,1
Hauptpleuel in Zylinder	2 und 5
Länge (mit Einspritzpumpe)	2010 ± 10 mm
Durchmesser	1300 ± 5 mm
Gewicht (trocken)	1020 kg
Startleistung (max. 5 min) bei 2600 U/min	1900 PS
Nennleistung bei 2400 U/min	1530 bis 1630 PS

Motorgehäuse

Das Motorgehäuse (Bild 4) besteht aus dem Stirngehäuse, einem sechsteiligen Gehäusemittelteil, dem vorderen und hinteren Ladergehäuse sowie dem hinteren Deckel. Diese Gehäuseteile sind durch Stiftschrauben und Spannbolzen miteinander verschraubt.

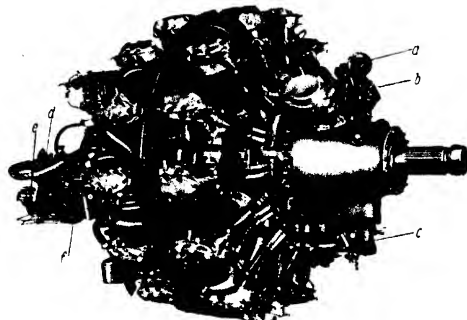


Bild 1. Ansicht des Motors auf die Getriebeseite

a Drehzahlregler, b Zündmagnet, c vordere Schmierstoffpumpe, d Gemischregler, e Einspritzpumpe, f Anschluß für Kraftstoffpumpe

Das Stirngehäuse nimmt die Teile für das Untersetzungsgetriebe der Luftschraubenwelle auf. Die Antriebe der am Stirngehäuse angebrachten Geräte werden ebenfalls hier abgenommen.

Von dem Gehäusemittelteil sind vier Teile aus Stahl und zwei Teile aus einer Leichtmetalllegierung gefertigt. Die Kurbelwelle,

der Pleuelmechanismus und alle Teile für den Antrieb der Ventilsteuerung sind im Inneren des Gehäusemittelteiles untergebracht. Auf den Stahlteilen des Gehäuses sind in zwei Reihen versetzt die Zylinder und an der unteren Seite des Gehäusemittelteiles die vier Flansche für den Anschluß der Ölrücklaufleitung angeordnet.

Kurbeltrieb

Der Kurbeltrieb besteht aus Kurbelwelle, Pleuelmechanismus und Kolben.

Kurbelwelle

Die Kurbelwelle setzt sich aus drei Hauptteilen zusammen, welche durch Spannbolzen zusammengehalten werden. Die drei Teile bilden zwei zueinander im Winkel von 180° stehende Kröpfungen. Zum Ausgleich der Trägheitsmomente und zur Kompensierung der Schwingungen sind auf der Kurbelwelle zwei bewegliche Gegengewichte angebracht. Die aus hochwertigem Chrom-Nickel-Molybdänstahl gefertigte Kurbelwelle läuft in drei Wälzlagern. Das vordere Teil nimmt die Luftschraubenwelle auf (Bild 5).

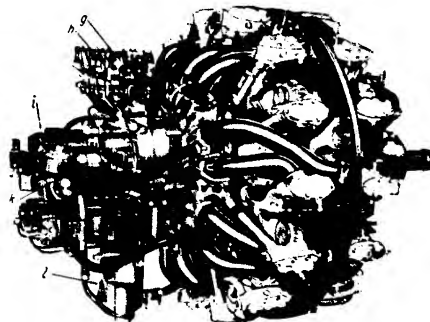


Bild 2. Ansicht des Motors auf die Geräteseite

g Drosselgehäuse, h elektromagnetisches Einspritzventil, i Generator, k Anlasser, l Schmierstoffsammler

Pleuelmechanismus

Der Pleuelmechanismus besteht aus zwei Pleuelsätzen, welche auf die Pleuelzapfen des vorderen und hinteren Teiles der Kurbelwelle aufgesetzt sind. Jeder Pleuelsatz selbst besteht aus einem Hauptpleuel und sechs mit diesem durch Bolzen verbundenen Nebenpleueln. Die Hauptpleuel liegen in den Zylindern 2 und 5. Im kolbenseitigen Kopf des Hauptpleuels sind eine Buchse aus hartgewalztem Bronzeband, im kurbelseitigen Kopf eine mit Bleibronze ausgegossene Stahlbuchse eingepreßt. Die Hauptpleuel selbst sind aus Hochleistungsstahl gefertigte Schmiedestücke.

Kolben

Die Kolben, gepreßt aus einer Leichtmetalllegierung, besitzen je fünf ringförmige Nuten zur Aufnahme der Kolbenringe (Bild 6). In den drei oberen Nuten liegen je ein Gasabdichtung, in der

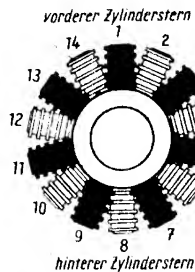


Bild 3. Zylinderkennzeichnung

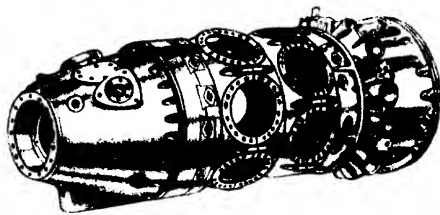
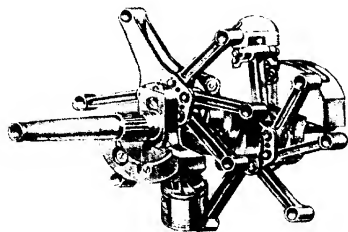
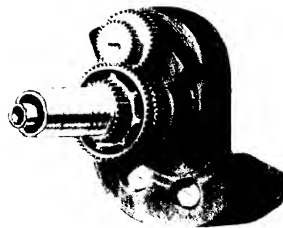


Bild 4. Kurbelgehäuse



Kurbelwelle mit Pleuelstangen, zum Teil mit Kolben



Kurbelwelle-Hinterteil

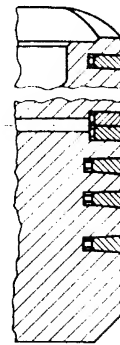


Bild 6. Kolbenringanordnung

vierten Nut zwei Schmierstoffabstreifringe und in der fünften Nut ein Schmierstoffabdichttring. Die vierte Nut besitzt eine Radialbohrung, durch welche die Rückführung des überschüssigen Schmierstoffes erfolgt. Um die Verschleißfestigkeit zu erhöhen und die Arbeitsbedingungen der anderen Ringe zu verbessern, ist der obere Gasabdichttring aus Stahl gefertigt und an der Oberfläche verchromt. Alle anderen Ringe sind aus Gußeisen gefertigt. Der Kolbenbolzen besteht aus einsatzgehärtetem Stahl und ist gegen axiale Verschiebung durch zwei Pilze gesichert. Der Kolben ist graphitisiert, der Kolbenboden tiefloxiert.

Zylindergruppe

Die vierzehn Zylinder sind in zwei Reihen zu je sieben Zylindern versetzt auf dem Mittelteil angeordnet. Jeder Zylinder besteht aus einer mit Kühlrippen versehenen Stahlbuchse und einem gegossenen Leichtmetallkopf, welche durch ein Spezialsägewinde mittels Aufschrupfen fest miteinander verbunden sind (Bild 7). Der Zylinderkopf nimmt die Zündkerzen, die Einspritzdüse und die beiden Ventile auf. Die Ventilsätze für Ein- und Auslaßventil bestehen aus Stahl. Die Zuleitung der Luft aus dem Lader zu den Zylindern erfolgt durch Rohrleitungen, von denen je ein Ende an den Zylinder und das andere Ende an das vordere Ladergehäuse angeschlossen sind. Die Einlaßrohre jeder Reihe sind mit Ausnahme der Einlaßrohre 6, 8 und 9 untereinander gleich. Diese haben Spezialstützen für Abfluß der Schmierstoffe und Kondensate.

Ventilsteuerung

Der Motor hat zwei getrennte Ventilsteuerungsanlagen. Die Bewegung der Ventile wird durch Nockenscheiben und Stößel über Stoßstangen und Ventilhebel gesteuert (Bild 8). Die Ventile

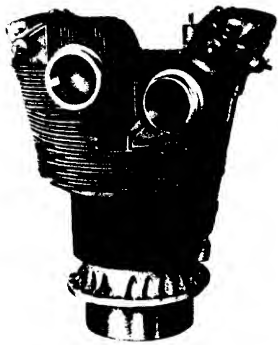
werden durch Federn geschlossen. Die Ventile des vorderen Zylindersterns werden durch eine Nockenscheibe über Stoßstangen und Kipphebel betätigt. Der Antrieb ist im Innern des vorderen Anschlußstückes vom Gehäuse untergebracht. Die Ventilsteuerung für den hinteren Zylinderstern entspricht der vorderen. Die Nockenscheibe und die Antriebswelle liegen im Innern des hinteren Anschlußstückes. Sämtliche Steuerungsteile sind öldicht verkleidet.

Untersetzungsgetriebe

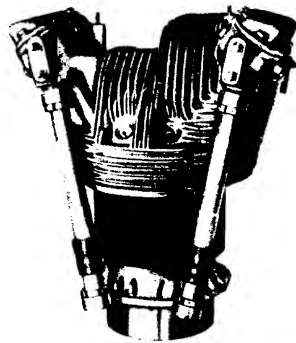
Das Untersetzungsgetriebe ist als Planetengetriebe mit einem Untersetzungsverhältnis von 54:31 ausgebildet und im Stirngehäuse des Motors eingebaut. Die Drehrichtung der Luftschaube ist gleichlaufend mit der Drehrichtung der Kurbelwelle. Die Luftschaubenwelle ist hohl und stützt sich über zwei Gleitlager, die im Innern der Welle eingepreßt sind, auf den beiden Lagerstellen des langen Kurbelwellenendes ab. Außerdem läuft die Luftschaubenwelle mit dem vorderen Ende in einem Querschlager, welches die Radial- und Axialkräfte der Luftschaube aufnimmt. Die Keilverzahnung für das Aufsetzen der Luftschaube hat Evolventenprofil (Bild 9).

Lader

Der Lader ist ein einstufiger Radiallader mit mechanischem Antrieb (Bild 10). Das Laufrad ist aus einem Leichtmetallpreßling gefertigt. Es dreht sich 7,27 mal schneller als die Kurbelwelle des Motors. Der Austrittsleitapparat ist aus einer Leichtmetalllegierung hergestellt. Er ist in das hintere Ladergehäuse mit einem kleinen garantierten Spiel zwischen seinen Schaufeln und der vertikalen Wand des vorderen Ladergehäuses eingebaut. Der



Ansicht von vorn



Ansicht von hinten

Bild 7. Vorderer Zylinder

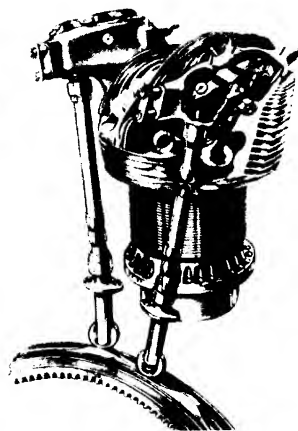


Bild 8. Ventilsteuerungsantrieb

Antrieb des Laufrades sitzt im hinteren Ladergehäuse und besteht aus dem elastischen Zahnrad der Gerätewelle, dem Doppelrad und der Laderwelle.

Am oberen Flansch des Ladergehäuses ist das Drosselgehäuse mit Stiftschrauben angebracht. Der Luftansaugstutzen ist am oberen Drosselgehäuse befestigt. Auf der rechten Seite des Drosselgehäuses befindet sich das elektromagnetische Einspritzventil, das über ein Winkelstück und eine Stahlleitung an das Kraftstoffsystem angeschlossen ist. Das Ventilgehäuse ist über ein T-Stück durch zwei Rohre mit dem linken und dem rechten Gehäuseanschluß und den darin eingebauten Düsen verbunden. Durch diese Einrichtung wird die Startfreudigkeit des Motors erhöht.

Geräteantriebe

In das Stirngehäuse sind die Antriebe für den Drehzahlregler, für zwei Zündmagnete und für die vordere Schmierstoffpumpe eingebaut. Für den Einbau der Geräte hat das Stirngehäuse Spezialflansche und für die Wellen der dazugehörigen Antriebe Bohrungen mit eingepreßten Buchsen. Die Geräteantriebe im Stirngehäuse sind durch Zahnräder mit der Luftschraubenwelle verbunden. Die Schmierung der Antriebswellen erfolgt unter Druck aus der Hauptschmierstoffleitung durch die Schmierstoffkanäle im Stirngehäuse.

Am hinteren Ladergehäuse und am hinteren Deckel des Gehäuses sind die Antriebe für die Einspritzpumpe, für die Kraftstoffpumpe, für den Drehzahlgeber, für den Generator, für die hintere Schmierstoffpumpe und für die Hydraulikpumpe eingebaut. Weiterhin ist die Aufnahme für den Starter vorgesehen. Die Antriebswellen für diese Geräte werden durch das auf die Gerätewelle aufgesetzte und mit ihr elastisch verbundene Zahnrad angetrieben, wobei der Antrieb der Gerätewelle von der Kurbelwelle aus erfolgt. Der Schmierstoff wird über einen Ringkanal im hinteren Deckel den einzelnen Antrieben zugeführt.

Kraftstoffzuführung

Die Kraftstoffzuführung zur Einspritzpumpe erfolgt über eine besondere Kraftstoffpumpe, welche auf der rechten Seite des Ladergehäuses angebracht ist. Auf dem hinteren Deckel des

Motors sitzt die Einspritzpumpe, welche den Kraftstoff über Hochdruckrohre und Einspritzdüsen in die Zylinder drückt. Durch die direkte Einspritzung des Kraftstoffes wird eine gleichmäßige Beaufschlagung aller Zylinder und dadurch ein ruhiger Lauf erzielt.

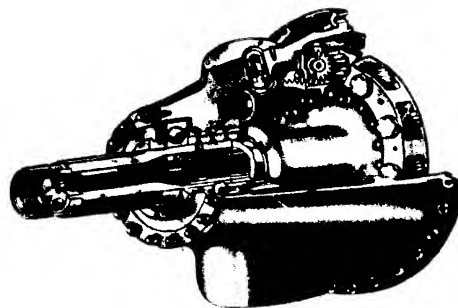
Schmierstoffversorgung

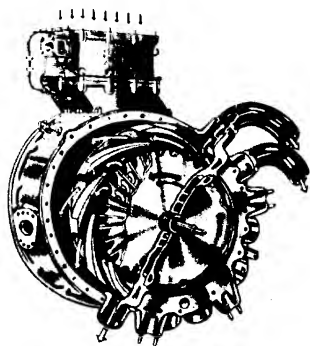
Die Zuleitung des Schmierstoffes an alle Teile des Motors, welche zwangsläufig geschmiert werden, erfolgt durch zwei Zahnradpumpen. Das Absaugen des Schmierstoffes aus dem Motor geschieht durch die gleichen Pumpen mit ihren Absaugstufen. Die vordere Pumpe ist am Stirngehäuse, die hintere Pumpe am hinteren Deckel angebracht. Der Antrieb erfolgt vom Motor aus.

Entlüftung

Zum Ausgleich des Druckes im Getriebe- und Kurbelgehäuse sind in den Trennwänden der Gehäuseteile Entlüftungsbohrungen vorhanden. Der atmosphärische Druck wird durch zwei Entlüfter ausgeglichen, welche auf dem vorderen Ladergehäuse sitzen. Die Entlüfter sind durch eingegossene Kanäle mit dem Entlüftungsraum des Motors verbunden. Auf dem Stirngehäuse ist

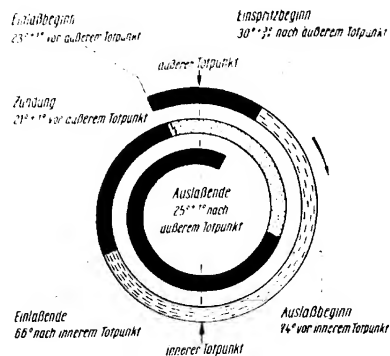
Bild 9. Planetengetriebe mit zum Teil aufgeschnittenem Gehäuse





◀ Bild 10. Blick in das Ladergeäuse mit Drosselgehäuse

Bild 11. Arbeitsschema des Flugmotors ▶



eine abgedichtete Bohrung vorhanden, auf welche zusätzlich ein Entlüfter angebracht werden kann. Zur Entlüftung des Schmierstoffbehälters der Zelle wird der Schmierstoffentlüftungsbehälter mit dem Entlüftungssystem des Motors verbunden.

Zündstrom

Die Erzeugung des elektrischen Hochspannungsstromes erfolgt durch zwei Zündmagnete, welche auf das Stirngehäuse aufgebaut sind. Der Strom wird in abgeschirmten, gegen Feuchtigkeit und mechanische Beschädigungen geschützten Leitungen von der Ver-

teilerkappe der Zündmagnete zu den Kerzen geleitet. Der linke Zündmagnet bedient die hinteren Kerzen, der rechte Zündmagnet die vorderen Kerzen beider Zylinderreihen. Die Zündung des Kraftstoffgemisches erfolgt durch die Zündkerzen SD-38-B5 (Bild 11).

Die Zündfolge erfolgt in der Reihe der Zylinder 1 — 10 — 5 — 14 — 9 — 4 — 13 — 8 — 3 — 12 — 7 — 2 — 11 — 6 — 1.

Auftretende Zündstörungen können kaum zum Ausfall des Motors führen, da beide Zündmagnete getrennt voneinander in einem selbständigen Zündsystem arbeiten.

Flu 138

Ozon-Rißbildung an Gummi-Erzeugnissen

Von Ing. E. Hundertmark

DK 668 41:661.94
668 41:620.191.33

Gummi muß im Vergleich zu anderen Werkstoffen, die im Flugzeugbau verwendet werden, als ein Material angesehen werden, das in seinen Eigenschaften durch äußere Einflüsse vorübergehend, z. B. bei tiefen Temperaturen, und bleibend, z. B. durch Treibstoffe, Öle, Wärme, Witterungseinflüsse, bisweilen in einem Maße verändert wird, so daß eine Anwendung problematisch wird. Durch die Entwicklung synthetischer Elastomere nach dem ersten Weltkrieg wurde die Verwendung elastischer öl- und kraftstoffbeständiger Dichtungswerkstoffe in Triebwerken und Geräten ermöglicht. Auch die Forderung nach Funktionsfähigkeit bei hohen und tiefen Temperaturen (— 70° C bis rd. + 200° C) wird mit den Fluorkarbonwerkstoffen, unter Umständen in Modifizierung mit Kautschuk, in naher Zukunft in der DDR erfüllt werden können.

Diese Probleme stehen im Blickpunkt des Flugzeugkonstruktors, der sie mit großem Interesse verfolgt. Auch die Versprödung des Gummis durch Wärme, die sogenannte Wärmealterung, ist eine ihm bekannte Erscheinung, auf die er in seinen Konstruktionen Rücksicht nimmt.

Welchen Beanspruchungen sind aber z. B. die verschiedensten Gummiprofile, die er zum Abdichten von Verglasungen, Fenstern, Klappen usw. vorsieht, bei Flügen in größeren Höhen, also bei veränderten atmosphärischen Verhältnissen, ausgesetzt? Stimmt es, daß die Alterung des Gummis, die sich durch Oberflächenrisse

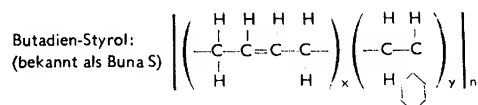
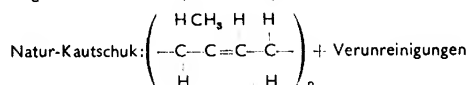
kenntlich macht, durch Sonne und Licht verursacht wird und deshalb eine bekannte Eigenschaft unserer Gummi-Erzeugnisse ist? Im folgenden soll auf die Ursachen dieser Alterungsrisse eingegangen und hierbei eine Theorie beschrieben werden, die auf Grund ausgedehnter Forschungsarbeiten des Auslandes aufgestellt wurde.

Theorie der Ozon-Risse an Gummi-Erzeugnissen

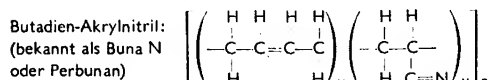
Durch Forschungsarbeiten konnte nachgewiesen werden, daß die sogenannten „Sonnen- oder Lichtrisse“ an Gummi keine Erscheinungen sind, die durch Licht verursacht werden, sondern auf Ozon-Angriffe zurückzuführen sind. Die Einwirkung des Ozons ist also die Ursache der Witterungsrisse an Gummi; Licht, Hitze und Feuchtigkeit sind dagegen nur beitragende Faktoren.

Die derzeitige Theorie der Ozon-Rissigkeit beruht auf dem chemischen Angriff des Ozons auf die Doppelbindung der C-C-Kette der ungesättigten Elastomere. Steht die Kette unter Belastung, bricht sie und stellt die benachbarte Kette unter verstärkte Belastung. Auf diese Weise vollzieht sich der Ozon-Angriff. Diese Risse bilden sich senkrecht zu der Belastungsrichtung. Unbelasteter Gummi wird von Ozon nicht angegriffen, d. h., er bekommt keine Risse.

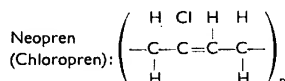
Die gebräuchlichsten Polymere sind (vereinfachte Form):



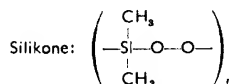
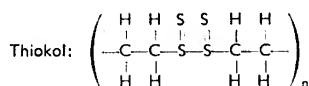
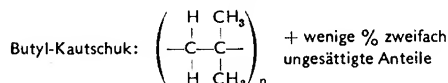
Verhältnis x : y in der Regel 70/30 : 100/0%



Verhältnis x : y = 60/40 : 82/18



Auch Neopren (Chloropren) ist ungesättigt; die Anwesenheit des Chloratoms nahe der Doppelbindung dieses Polymeren macht es aber sehr widerstandsfähig gegen Ozon-Angriffe einschließlich der von Wärme, Licht und Feuchtigkeit.



Butyl, Thiokol und Silikone sind gesättigte Polymere und bei richtiger Zusammensetzung hoch beständig gegen Ozon-Angriffe.

Ozon-Bildung und atmosphärische Konzentration

Was ist Ozon?

Ozon ist eine Sonderform des Sauerstoffes. Gewöhnlicher Sauerstoff (O_2) setzt sich zusammen aus einer molekularen Bindung von zwei Sauerstoffatomen. Unter bestimmten atmosphärischen Voraussetzungen können drei Sauerstoffatome ein labiles, sehr reaktionsfähiges Sauerstoffmolekül bilden, das Ozon (O_3) genannt wird. Das charakteristische Merkmal von Ozon, den besonderen Duft, finden wir oft in der Nähe elektrischer Motoren oder Generatoren. Dort wird es durch den Lichtbogen des Kollektors gebildet.

Müssen wir mit stärkeren Konzentrationen an Ozon rechnen, wenn sich ein Flugzeug in höheren Luftschichten fortbewegt?

In Höhen von 18 bis 45 km über der Erde bildet das Sonnenlicht der extremen Ultraviolett-Reihe des Spektrums Schichten fast reinen Sauerstoffes, die sich dann in Ozon umwandeln. Diese Ozonmoleküle bilden eine Luftschicht mit hohem Ozongehalt und werden durch die Turbulenz der Troposphäre von der Stratosphäre zur Erdoberfläche befördert. Wirbelstürme, Gegenströmungen und andere Witterungserscheinungen verbreiten

diese Ozone an der Erdoberfläche, wo sie durch die Berührung mit organischen Stoffen und Staub zu normalem Sauerstoff abgebaut werden.

Unterhalb 15 km Höhe bildet das Ultraviolett-Sonnenlicht keine Ozone. Alle Ultraviolett-Strahlen mit einer Wellenlänge unterhalb 2900 Angström werden absorbiert, ehe sie die Erdoberfläche erreichen (1). Die Konzentration des Ozon-Gehaltes an der Erdoberfläche ist daher ebenso veränderlich wie das Wetter selbst, von welchem sie eine Funktion ist.

Antiozonate

Die Erkenntnis, daß die Oberflächen-Rißbildung bei Gummi, die zu einer erheblichen Wertminderung der Gummi-Erzeugnisse führen kann, zur Hauptsache auf Ozon-Angriffe zurückgeführt werden muß und sich auch in Abwesenheit von Sonnenlicht vollzieht, veranlaßte die Gummi-Industrie und Forschungsinstitute des Auslandes zu grundlegenden, wissenschaftlichen Arbeiten, sogenannte Antiozonate zu entwickeln.

Zunächst wurde im Rahmen dieser Arbeiten festgestellt, daß die Zugabe von Wachsen in die Gummi-Mischungen, die bisher üblich war und von der man sich unter anderem eine Verzögerung der Rißbildung versprach, bei dynamisch beanspruchten Gummitteilen eher eine Förderung der Rißbildung ergab. Auch eingehende Studien über herkömmliche Alterungsschutzmittel brachten keinen Erfolg. Es zeigte sich, daß sie oft nur rein zufällig Schutz gegen Ozon-Risse brachten und ebenso gut aber auch beschleunigend wirkten. Diese Arbeiten erbrachten aber nochmals den Beweis, daß die Rißbildung an Gummi-Erzeugnissen besonders auf Ozon-Angriffen beruht und die Theorie der Sonnenrißbildung zu verwerfen ist. Den ersten sichtbaren Erfolg zur Verhinderung von Ozon-Rißbildung brachte die Verwendung eines Alterungsschutzmittels, das bis dahin nur für Gasolin eingesetzt wurde: „Butylparaphenylendiamin“. Man fand nämlich, daß es ein ausgezeichnetes Antiozonat für Gummi ist. Zwei Fehler schränkten seinen Gebrauch jedoch stark ein: Er ist giftig und leicht flüchtig. Als Resultat anderer Arbeiten wurden die Amine-Typen auf ihre Brauchbarkeit als Schutz gegen Ozon-Angriffe mit z. T. guten Ergebnissen erforscht.

Als weitere ausgezeichnete Alterungsschutzmittel mit geringer Giftigkeit und Flüchtigkeit erwiesen sich: Di-octyl-paraphenylendiamin und Di-nonyl-paraphenylendiamin. Ähnliche Arbeiten von Leverkusens führten in Westdeutschland zu einer Reihe von Alterungsschutzmitteln, die heute einen festen Bestandteil in der Gummi-Chemie des Auslandes bilden. Ihre Aufzählung in vorstehendem soll zeigen, welche Bedeutung man im Ausland der Verhinderung von Ozon-Rißbildung an ungesättigten Elastomeren beimißt.

Hat die Gummi-Industrie der DDR aus diesen Erkenntnissen Folgerungen gezogen?

Die rasche Alterung der reinen Polymerisate und Mischpolymerisate des Butadien macht die Verwendung von Stabilisatoren unerläßlich, die die Oxydations- und Zyklisierungsprozesse verlangsamen oder unterbinden. Vielfach sind diese Stabilisatoren, unter ihnen Phenyl-β-naphthylamin, da sie Antioxydanten sind, zugleich Alterungsschutzmittel, die von der Gummi-Industrie der DDR in Gummi-Mischungen Verwendung finden.

Die Prüfung auf Alterungsbeständigkeit beschränkt sich z. Z. in der DDR neben Bewitterungen im Freien auf die sogenannte „Geer-Alterung“ (2), wobei die Gummi-Proben über einen bestimmten Zeitraum einer erhöhten Temperatur ausgesetzt werden, die aber keine Beurteilung auf Ozon-Beständigkeit zuläßt. Auch die sogenannte „Bierer-Alterung“ (3), eine Prüfung in Sauerstoff bei erhöhter Temperatur unter Druck, ist für Ozon-



Bild 1. Natur-Kautschuk nach einer Bewitterung von 5 Wochen



Bild 2. Natur-Kautschuk nach einer Bewitterung von 8 Wochen



Bild 3. Natur-Kautschuk nach einer Bewitterung von 11 Wochen



Bild 4. Natur-Kautschuk nach einer Bewitterung von 14 Wochen

Prüfungen wenig geeignet. Spezielle Ozon-Prüfgeräte, die die Erprobung von Gummi-Mischungen unter veränderter Ozon-Konzentration erlauben, sind in der Gummi-Industrie der DDR nicht vorhanden. Demzufolge ist auch die Entwicklung spezieller ozonresistenter Gummi-Mischungen, die für die Flugzeugindustrie brauchbar wären, noch in den Anfängen.

Untenstehende Bilder zeigen Bewitterungsproben von DDR-Gummi-Mischungen für Profulgummi-Qualitäten, die im Rahmen der Entwicklung von Luftfahrt-Gummiwerkstoffen im Institut für Werkstoffe des Forschungszentrums der Luftfahrtindustrie durchgeführt wurden. Als Alterungsschutzmittel wurde Phenyl-β-naphthylamin eingesetzt (Bilder 1 bis 8).

In der Gruppe der ungesättigten Polymere, die vorstehend beschrieben wurden, bildet Neopren (Chloropren) insofern eine Ausnahme, weil durch die Lagerung eines Chloratoms nahe der Doppelbindung der C-C-Kette bei diesem Material eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Ozon, Licht, Wärme und Feuchtigkeit gegeben ist. Während des zweiten Weltkrieges entwickelte die amerikanische Gummi-Industrie Neopren-Reifen, die gegen

Ozon-Angriffe sehr resistent waren. Auch ein Überzug von einer Neoprenschicht, durch Spritzen aufgetragen, brachte sehr gute Erfolge.

Mischungsentwicklungen mit Neopren W R T, von der Gummi-Industrie der DDR durchgeführt, zeigten außerordentlich gute Witterungsbeständigkeit. Dieses Material war jedoch mit dem Fehler ungenügender Kältebeständigkeit behaftet; der Britle-Point liegt bei -45°C (4). Die Weiterentwicklung erfolgt im Rahmen eines Forschungsauftrages, wobei zur Hauptsache an die Entwicklung kältebeständiger, gegen Ozon resistenter Gummi-Mischungen für Gummi-Profile, Porösgummi u. a., gedacht ist. Hierbei sollten aber auch die im Ausland gesammelten Erfahrungen zur Verhinderung von Ozon-Rissigkeit durch Beschichten mit Neopren Anlaß sein, ähnliche Versuche durchzuführen. Die Gummi-Industrie der DDR befaßt sich weiterhin auf Anregung der Flugzeugindustrie mit der Entwicklung auf dem Gebiet der gesättigten Polymere, die sich sämtlich durch sehr gute Ozon-, zum Teil auch große Kälte- und Wärmebeständigkeit auszeichnen.

Zusammenfassung

Im vorstehenden wird erläutert, daß Ozon-Angriffe die Ursache von Witterungsrissen an Gummi-Erzeugnissen sind, während Licht, Hitze und Feuchtigkeit nur beitragende Faktoren sind. Da bei Flügen in größeren Höhen mit Luftschichten von hoher Ozon-Konzentration gerechnet werden muß, ist diesem Umstand durch Entwicklung ozonresistenter, kältebeständiger Gummi-Mischungen in der DDR Rechnung zu tragen.

- (1) Messungen einer Wetterwarte
- (2) und (3) DIN 53508; Künstliche Alterung von Weichgummi
- (4) Zustand, bei welchem Gummi bei Biegebeanspruchung bricht (Erstarrungspunkt)

Flu 141

Bild 5. Styrol-Kautschuk nach einer Bewitterung von 5 Wochen



Bild 6. Styrol-Kautschuk nach einer Bewitterung von 8 Wochen

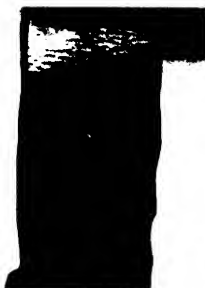


Bild 7. Styrol-Kautschuk nach einer Bewitterung von 11 Wochen



Bild 8. Styrol-Kautschuk nach einer Bewitterung von 14 Wochen



Querschnitt durch die Lehrschau der Technologie und die II. Technologentagung vom 17. und 18. 9. 1957 in Leipzig

Von Ing. B. Sabasch

DK 0.613.621.7
061.3 (43-2.7), 1957/5

Die erste große Technologentagung im Februar 1954 in Leipzig ging aus von der Tatsache, daß es den meisten Industriebetrieben der Deutschen Demokratischen Republik noch nicht gelungen war, auf dem technologischen Gebiet einen grundlegenden Wandel zu schaffen und die vorhandene Produktionskapazität wirtschaftlich auszunutzen.

Es wurde dabei festgestellt, daß die alte Definition:

„Die Technologie ist die Lehre von dem technischen Verfahren bei der Herstellung der Produkte“,

für die volkseigenen Betriebe zu eng ist und nicht mehr zutrifft. Dem heutigen Stand der Technik und den Forderungen der sozialistischen Gesellschaftsordnung entsprechend hat die Technologie wesentlich erweiterte Aufgaben. Danach ergibt sich die folgende Definition:

„Die Technologie in einem volkseigenen Industriebetrieb hat die Aufgabe der Planung, Vorbereitung und Kontrolle aller technischen und arbeitsorganisatorischen Vorgänge, die notwendig sind, um den Produktionsprozeß bei höchster Ausnutzung der Maschinenkapazität unter Berücksichtigung des arbeitenden Menschen wirtschaftlich durchführen zu können (Grundsatzordnung — Technologie/Maschinenbau).“

Diese neuen Aufgaben der Technologen zwingen zu einer wesentlichen Erweiterung seines Arbeitsgebietes und damit auch seines Wissens, das durch Verbindung der Naturwissenschaften mit den ökonomischen Wissenschaften gekennzeichnet ist. Aus dieser Erkenntnis ist im Anschluß an die Technologentagung 1954 die Grundsatzordnung der Technologie entstanden, die in den meisten Betrieben entsprechend ihrem Charakter mit verschiedenen großen Abweichungen eingeführt wurde.

Die II. Technologentagung der Deutschen Demokratischen Republik wurde mit einer Lehrschau Technologie verbunden und fand am 17. und 18. 9. 1957 in Leipzig statt. Diese Verbindung war eine sehr glückliche Lösung.

Lehrschau der Technologie

Die Lehrschau der Technologie war in zwei Hallen des Messegeländes in Leipzig aufgebaut und vom Institut für Technologie des Ministeriums für Schwermaschinenbau Karl-Marx-Stadt mustergültig organisiert. Sie stellte in übersichtlicher Reihenfolge einen Teil der in der Deutschen Demokratischen Republik angewendeten Arbeits- und Fertigungsverfahren, Methoden und Maschinen dar. Auf die Wirtschaftlichkeit bestimmter technologischer Prozesse sowie auf die Ermittlung der Einsparungen durch Neuerungsverfahren und Automatisierung wurde besonders hingewiesen.

Bei der Lehrschau wurden in der Mehrzahl bekannte Maschinen und Arbeitsverfahren vorgeführt. Es waren jedoch auch neue Maschinen und Verfahren zu sehen, die nach 1945 in der Deutschen Demokratischen Republik entwickelt wurden und auch angewendet werden. Im allgemeinen stellte die Lehrschau die Technologie des Maschinenbaues dar — die Luftfahrtindustrie war noch nicht vertreten —, aber sie gab selbst erfahrenen alten

Praktikern neue Anregungen. Man sah verschiedene Verfahren in Anwendung, die innerhalb der Werke der Luftfahrtindustrie für deren Spezialzwecke noch im Versuchsstadium oder in der Entwicklung sind, so z. B. Elektroerosion, Fließpressen, Schneid- und Preßverfahren u. a.

Es taucht damit die Frage auf, wieweit die Arbeiten des Institutes für Technologie der Luftfahrtindustrie mit den Arbeiten des Institutes für Technologie Karl-Marx-Stadt koordiniert werden können. Durch eine enge Verbindung mit diesem Institut werden zweifellos jetzt z. T. vorhandene Doppelarbeiten entfallen können, so daß sich das Technologische Institut der Luftfahrtindustrie viel intensiver mit arteilgenen Sonderaufgaben befassen könnte.

II. Technologentagung

Der Tagungsleiter, Obering. Hartmann, Kammer der Technik, Berlin, führte nach seinen Begrüßungsworten vor rund 1300 Teilnehmern aus, daß diese Tagung in Fortsetzung der I. Tagung vor 3½ Jahren die wirtschaftliche Bedeutung der Technologie in den Vordergrund stellen muß und daß sich die bisher getroffenen Maßnahmen zwar bewährt haben, aber noch bedeutender Verbesserungen bedürfen.

Den Tagungsteilnehmern wurde der

„Entwurf einer Haupttechnologie mit ihren Gliederungen für Betriebe des allgemeinen Maschinenbaues mit 1000 bis 1500 Betriebsangehörigen“

übergeben. In diesem werden die Aufgaben der einzelnen Abteilungen und Gruppen klar umrissen, so daß eine organisatorische Zusammenarbeit der Gesamttechnologie gewährleistet ist. Dieser Entwurf könnte mit entsprechenden Änderungen auch in der Luftfahrtindustrie angewandt werden.

Das erste Referat des stellvertretenden Ministerpräsidenten Fritz Selbmann befaßte sich mit der Bedeutung der Technologie in der gesellschaftlichen Produktion. Der Minister bezeichnete die Technologie als die Wissenschaft von der Gesetzmäßigkeit in der Produktion. In Anerkennung der noch bestehenden Schwierigkeiten bei der Beschaffung von Werkstoffen, Werkzeugen usw. ist die Deutsche Demokratische Republik trotzdem in einigen Teilen des Maschinenbaues führend in der Welt. Die noch vorhandenen Mängel sind weniger durch neue Erfindungen zu beseitigen, als vielmehr durch wirtschaftliche Anwendung bestehender und bewährter Verfahren.

Die zunehmende Mechanisierung und Automatisierung der Betriebe setzt naturgemäß ein höheres Wissen aller Mitarbeiter voraus, so daß sich auch die Anzahl der Ingenieure und Techniker prozentual zur Belegschaftszahl erhöht. Der Minister führte interessante Beispiele an, in welcher Weise sich im Laufe der letzten Jahre durch die Mechanisierung und Automatisierung der prozentuale Anteil an Ingenieuren und Technikern in den USA und in der Sowjetunion veränderte. Er warnte aber auch gleichzeitig vor Automatisierung um jeden Preis.

Die Auffassung verschiedener Kreise, daß die Technologie Verwaltungsarbeit zu leisten habe, widerlegte er und betonte aus-

drücklich, daß die Technologie unbedingt betriebsverbunden sein muß, weil sie die Voraussetzungen für die Produktion schafft. Ein moderner Betrieb ohne Technologie ist gar nicht mehr denkbar. Nur mit Hilfe der Technologie kann es gelingen, den Wirkungsgrad der Arbeit zu erhöhen.

Das nächste Referat Aufgabe der Technologie im Schwermaschinenbau der Sowjetunion hielt Professor Umnjagin, Moskau. Er wies auf die Entwicklungstendenz im Schwermaschinenbau hin und erläuterte Grundsätze für die Einzel- bzw. Kleinserienfertigung, deren Einführung für die Verbesserung der Technologie bedeutend sind. Beispiele, die zur Klärung dienen, erläuterte er durch Lichtbilder.

Neben der Einführung neuer technologischer Verfahren werden der Standardisierung, Spezialisierung und Kooperation besondere Bedeutung beigemessen. Spezialbetriebe sollen die Fertigung von gleichartigen und ähnlichen Bauteilen und Baugruppen aus der Produktion verschiedener Werke übernehmen und so der Serienfertigung näherkommen.

Dr. Stöbel ging in seinem Referat vom Inhalt und Umfang der Projektierungsarbeiten im Rahmen der technologischen Fertigungsvorbereitung aus. Er wies besonders auf den Zusammenhang zwischen einer exakten Projektierungsarbeit und der Lenkung der Produktion selbstkosten hin und behandelte Fragen des Planes und Entwurfes der verschiedenen Fertigungsverfahren, der Werkzeugmaschinen und Betriebsmittel.

Ohne Kenntnis der Jahresstückzahl ist die Ausarbeitung einer exakten Technologie unmöglich. Eine Änderung der Stückzahl hat auch eine Änderung der Technologie zur Folge. Montagen müssen durch Teilmontagen verkürzt werden, Hilfszeiten sollen durch sinnvolle Vorrichtungen vermindert werden, evtl. durch Einführung des Baukastensystems, wie es auch auf der Lehrschau zu sehen war. Ferner sind Kennziffern für die Standzeit der Werkzeuge sowie Zeitnormative zu schaffen. Das und ähnliches sind Aufgaben, womit sich die technologischen Institute zu befassen haben.

In den darauf folgenden Diskussionsbeiträgen unterstrich zunächst der stellvertretende technische Direktor Schmidt vom Thälmannwerk, Magdeburg, die Ausführungen von Prof. Umnjagin und betonte, daß die in der Sowjetunion angewendeten Methoden zum Teil auch bei uns angewandt werden und noch mehr Verwendung finden sollten. Besondere Beachtung sollte man der Kooperation und damit der Spezialisierung auf Serienfertigung bestimmter Betriebe schenken.

Dr. Weidenauer ging in seiner Diskussion sehr kritisch auf die in der „Lehrschau der Technologie“ dargestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen bzw. Einsparungen ein, die durch Neuerungsverfahren und Verbesserung angeblich erzielt werden. Dabei wird nach seiner Ansicht häufig nicht beachtet, daß vielfach Verbesserungen auf der einen Seite wohl beachtliche Einsparungen aufweisen, auf der anderen Seite aber erhebliche Investitionen oder sonstige Aufwendungen erfordern, die die Einsparung wieder aufheben oder gar überschreiten. Man soll daher in solchen Fällen den gesamten Prozeß für die Wirtschaftlichkeitsberechnung in Betracht ziehen, um sich nicht Trugschlüssen hinzugeben.

In einem weiteren Vortrag sprach Ing. Rohland über die Notwendigkeit des Einsatzes von Sonderwerkzeugmaschinen und Fertigungsstraßen in Abhängigkeit von der Werkstückbewegung. Er unterteilte die Zeiten in drei Produktionsstufen und leitete hierfür die Aufbauprinzipien ab.

Über die zukünftige Technologenausbildung an den Hochschulen sprach Prof. Dr.-Ing. Nebel. In seinen Ausführungen

kam er zu dem Schluß, eine Verlängerung der Studiendauer zu erwägen, um nicht andere Ausbildungsfächer zu vernachlässigen. Er führte ferner Maßnahmen an, die eine engere Bindung zwischen Forschung, Ausbildung und Praxis bewirken sollen.

Am zweiten Tag der Tagung sprach Prof. Dr.-Ing. Sorew, Moskau, über Neues aus dem Gebiet der Metallbearbeitung in der Sowjetunion. Er ging besonders auf die Schnellschnitt- und Hartmetallwerkzeuge ein und schlug die bestgeeigneten Ausführungen und Befestigungen vor, die in Lichtbildern dargestellt wurden. Auch keramische Schneidwerkzeuge wurden behandelt.

Herr Obering. Anders vom ZIS Halle behandelte Neue Erkenntnisse in der Schweißtechnik. Er sprach über die Vor- und Nachteile der Lichtbogen-Handschweißung sowie über die Anwendungsmöglichkeiten der mechanisierten Schweißung. Nach Gegenüberstellung der mechanisierten und automatischen Schweißung erläuterte der Referent technologische, konstruktive und betriebliche Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Einsatz der mechanisierten Schweißung.

Das Referat des Dipl.-Ing. Placher, Prag, behandelte Probleme schwerer Außenmontage, die u. a. die Typisierung, die Montagetechnologie und -organisation sowie die Mechanisierung von Montagearbeiten aufzeigten.

Über die Organisation und Planung des innerbetrieblichen Transportes und seiner Wechselbeziehungen zur Technologie sprach Dipl.-Wirtschaftler Morbach, Kammer der Technik, Berlin. Aus seinen Ausführungen ging hervor, daß der innerbetriebliche Transport, der das ganze Gebiet vom Materialeingang bis zum Ausgang des Fertigerzeugnisses umfaßt, zu wenig beachtet wird, obwohl gerade auf diesem Gebiete große Einsparungen und Zeitgewinne erzielt werden können.

Wirtschaftliche Transporte verlangen kurze Transportwege, entsprechende Transportgeschwindigkeit, umschlaglose oder umschlagarme Beförderung, kurze Be- und Entladezeit und zweckmäßige Fördermittel.

Der Technologe muß sich daher besonders mit der Materialflußuntersuchung beschäftigen und folgende Grundsätze berücksichtigen:

1. Für alle Abteilungen den günstigsten Standort festlegen;
2. den Produktionsfluß in eine Richtung lenken;
3. Lager und Zwischenlager in den Fertigungsfluß einlegen;
4. Verbindung mehrerer Prozesse an einem Arbeitsplatz anstreben.

Dabei darf man auch nicht vor Maschinenumsetzungen oder anderen Veränderungen zurückschrecken.

Über die Anwendung und Bearbeitung neuer Plaste im Maschinenbau sprach Dr. Wende. Er umriß die Eigenschaften, Herstellungsverfahren und Anwendungsgebiete von faserverstärkten Kunststoffen, insbesondere die kontinuierliche Fertigung von Halbzeugen und die Herstellung von Formteilen in Großserien. Es folgte die Behandlung der Schaumstoffe als Grundlage der Leicht-Verbundbauweise sowie die Anwendung von Thermo- und Duroplasten.

Im Schlußwort brachte Genosse Ziller, Sekretär des ZK der Sozialistischen Einheitspartei Deutschlands, zum Ausdruck, daß die Welt auf unsere friedliche Aufbauarbeit blickt und diese kritisch beobachtet. Deshalb muß jeder Werktätige, und in diesem Zusammenhang jeder Technologe, besonders bestrebt sein, seine fachlichen und politisch-ökonomischen Aufgaben zu Er-

folgen zu führen. Der Technologie sollte immer zu Produktionsberatungen hinzugezogen werden, um eine schnellere Auswertung und Anwendung der Vorschläge zu erreichen. Er schlug ferner vor, die einzelnen Industriezweige mögen dem Beispiel der Lehrschau der Technologie folgend ähnliche Ausstellungen organisieren und so die Qualifikation ihrer Betriebsangehörigen fördern.

In der Entschließung, über die abgestimmt wurde, sind insbesondere

1. die Aufgaben bei der Einführung einer neuen Technik,
2. die Aufgaben der technologischen Abteilungen der Betriebe und
3. die Ausbildung und Qualifizierung der Technologen festgelegt.

Diese Aufgaben und Vorschläge sind nicht zuletzt das Ergebnis einer neuen, besonders engen Zusammenarbeit der Ministerien für Maschinenbau mit dem Institut für Technologie und Organisation des Ministeriums für Schwermaschinenbau und den Arbeitsgemeinschaften der Kammer der Technik, die für den Aufbau der Lehrschau der Technologie entwickelt wurde. Mit dieser Lehrschau der Technologie, das sei hier ausdrücklich und in vollem Umfang anerkannt, wurde eine neue Phase der technischen Gemeinschaftsarbeit eingeleitet, deren Umriss in den Einzelheiten dieser Entschließung sichtbar werden.

Damit soll der kurze Überblick über die Lehrschau der Technologie und die Berichte der II. Technologentagung in Leipzig abgeschlossen werden. Es sei noch darauf hingewiesen, daß ein ausführlicher Bericht über die Tagung mit allen Referaten in einem Sonderheft von der Kammer der Technik herausgegeben wird, der käuflich erworben werden kann.

Schlußfolgerungen

Dieser Querschnitt über die II. Technologentagung und die technologische Lehrschau deutet nur zum Teil auf die vielseitigen Aufgaben hin, die der Technologie gestellt sind. Es gibt kaum eine technische Fachabteilung in einem Betrieb, zu der nicht irgendwelche direkten Verbindungen führen. Selbst auf die kaufmännische Seite übt sie ihren Einfluß aus; denn die Preisgestaltung, Materialversorgung u. ä. hängen weitgehend von der Technologie ab. Die Anwesenheit der Herren Minister mit ihren richtungweisenden Beiträgen auf dieser Tagung, wie auch die immer wiederkehrenden Hinweise von Partei und Regierung zeigen die Bedeutung, die der Technologie im Betriebsgeschehen beigemessen wird.

Der Technologie darf sich nicht entmutigen lassen, wenn er im Betrieb auf Unverständnis oder Widerstände stößt; denn gerade die Beseitigung von Widerständen gehört ja auch zu seinen Aufgaben. Das ist aber kein Freibrief für andere Abteilungen, alle unbequemen betrieblichen Aufgaben der Technologie zu überlassen; denn alle im technischen Betriebsgeschehen Tätigen sind mehr oder weniger Technologen und haben zur Verbesserung des Betriebes beizutragen und den Technologen bei ihren umfangreichen Aufgaben beratend zur Seite zu stehen.

Im Bereich der Luftfahrtindustrie sind auf dem Gebiet der Technologie noch zahlreiche Voraussetzungen zu schaffen, um die Arbeiten in Zukunft zu erleichtern. Da sind zunächst Kennziffern und Zeitnormative für Maschinen, Werkzeuge, Fertigung, Raum usw. aufzustellen, Fertigungsmittel zu vereinfachen, zu normen und zu kombinieren, wie auch die Konstruktionen so weit zu beeinflussen, daß es bei der Wahl des Materials nicht zu den bisherigen Schwierigkeiten kommt. Der Erfahrungsaustausch

sollte besser gepflegt werden, wobei aber die Häufigkeit der Besprechungen auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden muß. Die wirklich notwendigen Besprechungen sollen kurz sein und sich mit fest umrissenen Aufgaben befassen, unnötige Abweichungen vom Thema sollten vermieden werden.

Bei Überschneidungen von Aufgaben, die sich nicht immer vermeiden lassen, führt gewöhnlich eine kollegiale Absprache am schnellsten zum Ziel. Fragen oder Probleme sowie Unklarheiten in der Zusammenarbeit mit anderen Instituten oder Arbeitskreisen, sind in den in der Verwaltung der Luftfahrtindustrie monatlich stattfindenden Haupttechnologentagungen vorzubringen, um sie gemeinsam zu klären, weil sie auch allgemein interessieren können. Desgleichen sind bei dieser Gelegenheit neue Erfahrungen und Erkenntnisse mitzuteilen.

Durch die Selbstverwaltung und Eigenverantwortung der Werke besteht die Neigung zu einer Verkapselung von innerbetrieblichen Erfahrungen, die dann nicht anderweitig ausgewertet werden können. Diese Gefahr soll seitens der vorhandenen Arbeitskreise dadurch weitgehend ausgeschaltet werden, daß die Kreise in Arbeitsgemeinschaften aufgeteilt werden. So gliedert sich z. B. der technologische Arbeitskreis, der von der Abteilung Technologie der Verwaltung der Luftfahrtindustrie geleitet wird, in folgende Arbeitsgemeinschaften: Schweißtechnik, Klebtechnik, Nietverfahren, Turbinenschaufelfertigung, Werkzeuge, Materialverbrauchsnormen usw.

In diesen Gemeinschaften, die alle vier bis acht Wochen zusammenzutreten sollen, ist je ein Bearbeiter des betreffenden Fachgebietes aus jedem Werk vertreten. Hier werden problematische Fragen behandelt. Diese Arbeitsgemeinschaften, die noch aktiver als bisher werden sollten, haben z. Z. jeweils die im Interesse der Produktion stehenden aktuellen Aufgaben bevorzugt zu bearbeiten.

Wenn also die technologischen Vorarbeiten und damit die Produktionskapazität wirtschaftlich ausgenutzt werden soll, so ist ferner notwendig, daß sich die Fachabteilungen untereinander abstimmen und vor allem die Z-Planung ihre Betriebspläne und Kennziffern rechtzeitig bekannt gibt.

Die Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die in den einzelnen Werken liegen, binden eine Anzahl von Arbeitskräften und ziehen sie z. T. von ihren eigentlichen Produktionsaufgaben ab. Soweit es keine Zweckforschungen sind, sollten diese Arbeiten dem Forschungszentrum überlassen werden, wobei auch die Zweckforschung von diesen wenigstens erfaßt werden müßte.

Das Ziel, die Werke unserer noch im Aufbau befindlichen Luftfahrtindustrie zu rentablen Betrieben zu machen, ist in erster Linie Aufgabe der Technologie, wie es aus den bisherigen Betrachtungen hervorgeht.

Die Verwaltung der Luftfahrtindustrie beabsichtigt deshalb, an einem zentralen Ort, voraussichtlich in Dresden, eine ständige technologische Lehrschau der Luftfahrtindustrie einzurichten, die innerhalb gewisser Zeitabstände erneuert bzw. ergänzt werden soll. Sie wird allen Kollegen, besonders aber den Nachwuchskräften, immer neue Anregungen geben. Die technischen Abteilungen der Betriebe sollten daher schon jetzt mit den Vorbereitungen für diese Lehrschau beginnen.

Bei der Qualität und den Erfahrungen wie auch bei dem politischen Bewußtsein der Haupttechnologen und ihrer Mitarbeiter in unseren Betrieben dürfte kein Zweifel bestehen, daß das Ziel größtmöglicher Wirtschaftlichkeit erreicht wird

Flu 159

Fachausdrücke der bildsamen Formung

Von Ing. K. Israel

DK 001 4-621 97 07

Mit der Veröffentlichung der „Fachausdrücke der bildsamen Formung“ stellt die Redaktion der „Deutschen Flugtechnik“ erstmalig ein Thema der Technologie allen Fachleuten der bildsamen (spanlosen) Formung zur Diskussion.

Es ist dem Verfasser und der Redaktion klar, daß hier ein richtiger Meinungsstreit der Fachleute ausgelöst werden kann. Derselbe wird dringend gewünscht, da auf diese Weise am schnellsten Klarheit über derartige Probleme geschaffen werden kann.

Deshalb wird bei dieser und bei folgenden Arbeiten über den technologischen Sektor im allgemeinen bewußt auf hochwissenschaftliche Behandlung der Themen verzichtet.

Die Auswertung der zu erwartenden Diskussionsbeiträge zur vorliegenden Arbeit erfolgt durch das ITO (Institut für Technologie und Organisation) mit dem Ziele, der ZNS (Zentralstelle für Normung und Standardisierung) Vorlagen für Technische Normen der Luftfahrt zur Verfügung zu stellen.

Die Redaktion

Die bildsamen Formung nimmt aus technischen und wirtschaftlichen Gründen innerhalb der Fertigung in der Luftfahrtindustrie einen großen Raum ein; deshalb ist es erforderlich, diesem Fertigungsweig in jeder Hinsicht stärkste Beachtung zu schenken. Leider sind trotz jahrelanger Entwicklung die Begriffe für die Arbeitsverfahren der bildsamen Formung noch nicht restlos klar, selbst beim Studium der Fachliteratur muß festgestellt werden, daß sehr oft für gleiche Vorgänge verschiedene Bezeichnungen angewendet werden oder daß für verschiedene Vorgänge die gleichen Bezeichnungen bestehen.

Dieser Zustand hemmt wegen der möglichen Mißverständnisse einen reibungslosen Arbeitsablauf und muß schnellstens beseitigt werden.

Festlegungen für die Oberbegriffe „Arbeitsverfahren“, die früher vom AVF (Arbeitsausschuß wirtschaftlicher Fertigung) getroffen wurden, werden neuerdings als „wissenschaftlich nicht begründet“ abgelehnt. Es sind Arbeiten im Gange, eine neue wissenschaftlich einwandfreie Terminologie aufzustellen. Es wird folgende Einteilung vorgeschlagen, die jedoch noch nicht anerkannt worden ist und über die nach ihrer Veröffentlichung noch diskutiert werden muß:

1. Urformen, 2. Umformen, 3. Trennen, 4. Fügen, 5. Veredeln

Gruppe 1 enthält die Verfahren zur ersten Herstellung einer Gestalt (Gießen, Sintern).

Gruppe 2 enthält die Verfahren zur Umformung einer Gestalt, wobei das Volumen des bearbeiteten Werkstoffes unverändert bleibt (Pressen, Walzen, Ziehen usw.).

Gruppe 3 umfaßt drei Untergruppen, die sich nach der physikalischen Art des jeweiligen Trennvorganges unterscheiden. In allen Fällen erfolgt durch den Trennvorgang eine Verkleinerung des Volumens.

Gruppe 4 enthält die Verfahren, die eine Vergrößerung des Volumens mit sich bringen.

Gruppe 5 enthält die Verfahren, durch die der Werkstoff, aber nicht die Gestalt verändert wird. Die Werkstoffänderung kann eine Strukturänderung oder eine chemische Veränderung sein oder durch Aufbringen eines neuen Werkstoffes erfolgen.

Unabhängig von der Benennung der Oberbegriffe für Arbeitsverfahren sind die nachzuordnenden, zu den unterschiedlichen Arbeitsverfahren gehörenden Begriffe der Arbeitsverrichtungen zu betrachten.

Im Aufsatz sind diese Begriffe alphabetisch geordnet. Sie gehen über eine ähnliche Arbeit des DNA (Vorlage DIN 9870, Juli 1957) hinaus. Die „Arbeitsverrichtungen, Begriffe“ wurden bereits von der KdT-Fachgruppe „Bildsamen Formung“ besprochen und anerkannt.

Die Fertigungsrichtlinie legt die Begriffe der verschiedenen Arbeitsverrichtungen fest. Die Begriffe sind alphabetisch geordnet, ohne ihre Zuordnung zu den einzelnen Arbeitsverfahren zu beachten.

Inhalt:

1 Abgraten	26 Planieren
2 Abkanten	27 Prägen
3 Abschnneiden	28 Pressen
4 Aufdornen	29 Profilieren
5 Ausbauchen	30 Rändeln
6 Ausklinken	31 Reckziehen
7 Ausschnneiden	32 Richten
8 Beschneiden	33 Rollen
9 Biegen	34 Runden
10 Bördeln	35 Schweißen
11 Drücken	36 Sicken
12 Durchziehen	37 Sondervverfahren
13 Einschnneiden	38 Stauchen
14 Einziehen	39 Stechen
15 Entgraten	40 Strangpressen
16 Flachstanzen	41 Streckziehen
17 Fließpressen	42 Streckdurchziehen
18 Formfertigstanzen	43 Streckdrücken
19 Formstanzen	44 Stülpen
20 Friemeln	45 Tiefziehen
21 Gewindedrücken	46 Treiben
22 Gewindewalzen	47 Walken
23 Kalthämmern	48 Walzen
24 Lochen	49 Wickeln
25 Nachschneiden	50 Ziehen

1 Abgraten

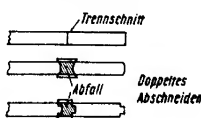
Abgraten ist das Abschneiden von überflüssigem Werkstoff mittels Schnittwerkzeuges bei Formpreß- und Gußteilen.

2 Abkanten

Abkanten ist das über die ganze Länge eines Werkstückes gleichzeitig vorgenommene Biegen.

3 Abschnneiden

Abschnneiden ist ein vollständiges Trennen längs einer in sich nicht geschlossenen Linie zum Herstellen der Außenform des Schnittteiles. Das Schnittteil ist Erstform oder Endform. Die Werk-



stückform entscheidet, ob abfalllos oder mit Zwischensteg und Randbeschnitt gefertigt wird. Die Fertigungstoleranzen sind größer als beim Aus-schnneiden.

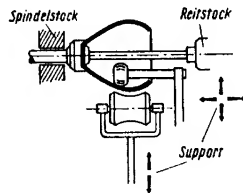
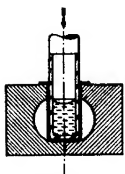
4 Aufdornen

Aufdornen ist ein kegiges Vergrößern des Endes eines Hohlkörpers mittels Aufdornwerkzeuges zur Vorbereitung von Rohrenden zum Löten oder Schweißen verschiedener Durchmesser.

**5 Ausbauchen**

Ausbauchen ist eine begrenzte Erweiterung von Hohlteilen. Es kann durch Druckeinwirkung auf eine Füllung von Flüssigkeiten (Wasser, Öl), von feinkörnigen Stoffen (Sand), von weichem Gummi oder auf mechanischem Wege erfolgen.

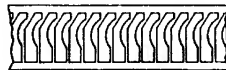
Der erforderliche Werkstoff wird aus der normalgeglühten Mantelfläche gezogen.

**6 Ausklinken**

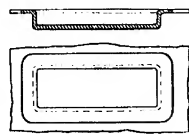
Ausklinken ist ein vollständiges Trennen von Werkstoff in der inneren oder äußeren Umgrenzung eines Werkstückes mittels Ausklinkwerkzeuges.

**7 Ausschneiden**

Ausschneiden ist ein vollständiges Trennen längs einer in sich geschlossenen Linie beliebiger Formen mittels Schnittwerkzeugen zur Herstellung dekungsgleicher Schnittteile, die Erst- oder Endform sind (Ausschnitte). Die Genauigkeit der Schnittteile ist abhängig von der Herstellungsgenauigkeit des Schnittes; bei Freischnitten von der Stößelführungstoleranz der Presse, wobei eine vollkommen sichere Stempelführung gewährleistet sein muß, um ein Beschädigen der Schnittkanten an Stempel und Matrize zu vermeiden.

**8 Beschneiden**

Beschneiden ist das Abschneiden von überflüssigem Werkstoff mittels Schnittwerkzeuges längs einer in sich geschlossenen Linie oder mit Scheren bei nicht in sich geschlossenen Linien.

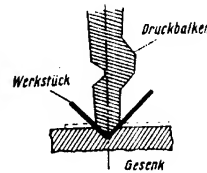
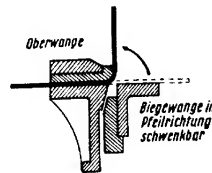
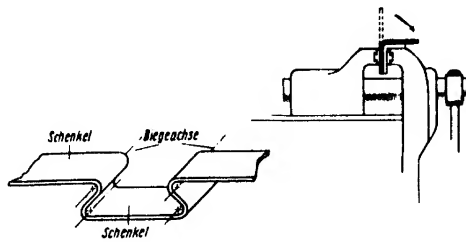
**9 Biegen**

Biegen ist das Umformen von Erst- und Zwischenformen zwecks Winkelstellen von Schenkeln beliebiger Länge um gerade Biegeachsen, wobei alle Mantellinien der Biegung gerade bleiben. An der Außenseite der Biegung tritt eine Längung (Dehnung, Streckung) und an der Innenseite gleichzeitig eine Verkürzung (Stauchung) des Werkstoffes ein.

Biegungen erfolgen

- von Hand, wobei der freie Schenkel mittels Maschinen oder Vorrichtungen oder mit dem Hammer umgebogen wird,
- durch Abkantpressen, bei denen durch den Stempeldruck ein gleichzeitiges Hochbiegen beider Schenkel erfolgt, dabei wird die Lage der Biegeachse zur Außenkante durch Anschlag festgelegt.

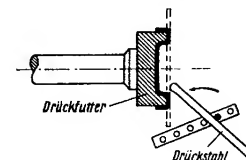
Bei Biegestanzen wird der Arbeitsvorgang durch das Biegewerkzeug bestimmt.

**10 Bördeln**

Bördeln ist das in Kantenrichtung fortschreitende Biegen von Hand oder mittels in einer Maschine befindlichen Rollen, wobei der an einer Kante aufzubiegende Blechrand gerade oder gekrümmt sein kann. Bördeln wird vor allem angewandt, wenn eine Verbindung durch Falzen, Nieten, Löten oder Schweißen geschaffen werden soll.

11 Drücken

Drücken ist Umformen durch Druckwerkzeug und umlaufendes Formfutter auf Druckbänken. Es wird ein ebener Zuschnitt zu einem Hohlkörper geformt oder ein bestehender Hohlkörper in seinem Querschnitt verändert.



Streckdrücken ist diese gleiche Umformung mit erwünschter Verringerung der Wanddicke des Zuschnittes.

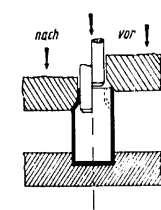
12 Durchziehen

Durchziehen ist ein Umformen von Ausschnitten mittels Ziehring und -stempels. Durch Druck auf den Ausschnittsrand bildet sich ein Kragen. Der Vorgang ähnelt dem des Stechens, nur ist beim Durchziehen bereits eine Öffnung vorhanden. Bei gleichzeitiger Verringerung der Kragendicke wird diese Arbeitsverrichtung als Streckdurchziehen bezeichnet.

13 Einschneiden

das Biegen während des Schneidens durch den Stempel erfolgt.

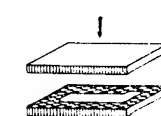
Einschneiden ist ein teilweises Trennen mittels Scheren oder Schnittwerkzeugen, meist für nachfolgenden Biegevorgang. Oft ist der Schnitt so ausgebildet, daß

**14 Einziehen (Verengen)**

Einziehen ist ein Umformen von zylindrischen Gefäßen mittels Stempels, wobei Verengungen des Mantels erfolgen (auch geeignet zur Herstellung tiefer zylindrischer Hohlteile).

15 Entgraten

Entgraten ist das Beseitigen von Grat mittels Werkzeuges durch Handbetätigung.

16 Flachstanzen

Flachstanzen ist das Richten oder Ebenen kleiner geschnittener oder gebogener Blechteile zwischen zwei ebenen oder gerauhten Arbeitsflächen einer Flachstanze. Bei gerauhten Arbeits-

flächen wird gleichzeitig eine geringe Prägewirkung erzielt, durch die die Bleche gespannt und versteift werden.

17 Fließpressen

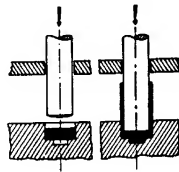
Fließpressen ist eine Art des Pressens metallischer Werkstoffe. Der Werkstoff wird im kalten Zustand durch hohen, rasch wirkenden Druck zum Fließen gebracht und durch eine zwischen Stempel und Werkzeugunterteil bestehende Öffnung ohne Längenbegrenzung gepreßt. Die erreichbaren Längen sind im wesentlichen durch die Knickfestigkeit des Stempels begrenzt. Man unterscheidet:

a) Direktes Verfahren

Werkstoff fließt in Richtung der Stempelbewegung;

b) Indirektes Verfahren

Werkstoff fließt entgegen der Stempelbewegung.

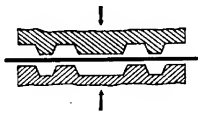


18 Formfertigstanzen

Formfertigstanzen ist das Ausschlagen vorgezogener, noch nicht fertig gezogener (geformter) Teile.

19 Formstanzen

Formstanzen ist das Umformen von Werkstoff zwischen Ober- und Unterstempel beliebiger Form einer Formstanze ohne Blechhaltung, wobei Erhöhungen auf der einen Seite gleichartigen Vertiefungen auf der anderen Seite gegenüberstehen, ohne daß die Werkstoffdicke wesentliche Änderungen erfährt. Anwendung im allgemeinen zum Versteifen dünner Bleche. Erforderlich sind hohe Preßdrücke.



20 Friemeln

Friemeln ist der Umlauf eines Werkstückes (meist Wellen oder Rohre) zwischen im gleichen Sinne rotierenden, schräg stehenden Walzen eines Friemel-Walzwerkes.

21 Gewindedrücken

Gewindedrücken ist das Umformen eines zylindrischen Mantels bzw. Mantelteils eines Hohlkörpers in einen solchen mit Gewinde.

22 Gewindewalzen

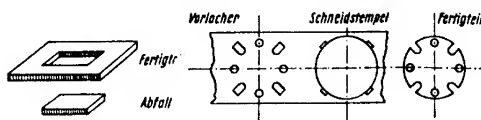
Gewindewalzen ist ein Verdrängen des Werkstoffes am Umfang eines Stabes mittels Flachbacken oder Rollwalzen. Der Werkstoff wird durch hohen Druck des Werkzeuges so in die Werkzeugrillen gepreßt, daß diese völlig ausgefüllt werden. Der Kern des Werkstückes wird nicht verformt.

23 Kalthämmern

Kalthämmern ist die örtliche Umformung eines Werkstückes durch Werkstoffverdrängung mittels Hämmern von Hand oder Maschine (Ausspitzen von Nadeln, Verjüngen von Feilen, Bohrern usw.). Durch das Kalthämmern tritt eine Verfestigung des Werkstoffes ein, dabei tritt die Gefahr der Rißbildung auf. Deshalb ist Zwischenglühen erforderlich.

24 Lochen, Vorlochen

Lochen ist das vollständige Trennen längs einer in sich geschlossenen Linie beliebiger Innenform als Erst- oder Zwischenform



mittels Durchschlag, Lochzange, Schnitt usw. Gegenüber „Aus-schneiden“ ist der vom Stempel durchstoßene Teil Abfall.

Wichtig ist das Vorlochen als Vorstufe beim Ausschneiden oder Abschneiden durch Folgewerkzeuge (Schnitte mit Vorlocher oder Abscheider mit Vorlocher).

25 Nachschneiden

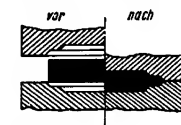
Nachschneiden ist vollständiges Trennen an Außen- oder Innenformen zum Herstellen scharfer Kanten, glatter Schnittflächen und größerer Maßhaltigkeit an Endformen.

26 Planieren

Planieren ist das Glattschlagen bzw. -drücken der durch Ziehriefen oder Ziehstufen unebenen Oberfläche gezogener Blechteile. Das Planieren erfolgt mittels Planierrolle auf der Planierbank und ist dem Drückvorgang ähnlich.

27 Prägen

Prägen ist das Umformen von Werkstoff zwischen Ober- und Unterteil (Gesenk) zu einer reliefartigen Oberfläche. Vertiefungen auf der einen Seite rufen keine



entsprechenden Erhöhungen auf der anderen Seite des Werkstückes hervor, jedoch treten in der Dicke des Zuschnitts wesentliche Änderungen ein.

28 Pressen

Pressen ist ein Umformen von Werkstoff in kaltem oder nur mäßig warmem Zustand (unterhalb der Rekristallisationstemperatur), unter hohem Druck in einer geschlossenen Form (Ober- und Untergesenk) zu Formteilen. Der Hohlraum des Gesenkes muß vom Werkstoff voll ausgefüllt sein, überflüssiger Werkstoff muß durch die Fuge entweichen.

Hohe Beanspruchungen des Werkzeuges, der Maschine und des Werkstoffes.

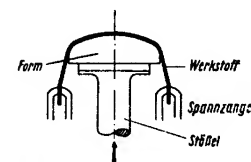
29 Profilieren

Profilieren ist ein in Kantenrichtung fortschreitendes, schrittweises Biegen von Streifen.

Sammelbegriff für Formungsverfahren mit Ziehölse oder Profilwalzen.

30 Rändeln

Rändeln ist das örtliche Verdrängen von Werkstoff mittels entsprechender Werkzeuge (Rändelrollen, Rändelprägestempel), um „griffige“ Stellen zu erhalten.



31 Reckziehen

Reckziehen ist ein offener Ziehvorgang, bei dem der Werkstoff an zwei Seiten mit Spannzangen gehalten und durch Hochgehen eines Stempels geformt wird.

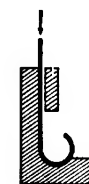
32 Richten

Richten ist ein Hin- und Herbiegen von unebenen Werkstoffen mittels Hammer, Richtmaschinen oder Pressen.

Das Richten von Hand erfordert großes handwerkliches Geschick des Ausführenden.

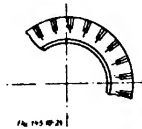
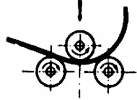
33 Rollen

Rollen ist ein Biegen von Werkstoff (meist Blechstreifen) zur Erzielung einer hohlen Wulst (Rollbord) für Scharniere, Verstärkungen usw. Das Rollen erfolgt von Hand, Rollstanze oder Sickenrollen. Vorteilhaft ist vorheriges Anbiegen der Rollkante.



34 Runden

Runden ist ein in Schenkelrichtung fortschreitendes Biegen von Werkstücken, um kreisbogenförmige oder andere Krümmungen zu erhalten. Das Runden kann auf Rundmaschine, Abkantmaschine u. dgl. erfolgen.



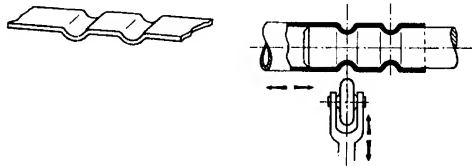
Schläge mit
Schweißhammer

35 Schweißen

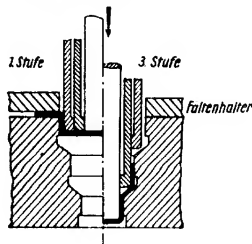
Schweißen ist ein Strecken von Werkstoff zur Erzielung gekrümmter Blechstreifen, Blechprofile, oder um gerundete Blechkörper einseitig auszuweiten.

36 Sicken

Sicken ist das Herstellen von rinnenartigen Vertiefungen in Bauteilen aus Blechen oder Rohren bis zu 1,5 mm Wanddicke zur Erhöhung der Formsteifigkeit oder zu Verbindungen. Es er-



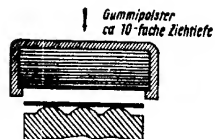
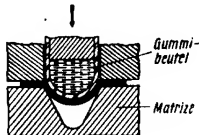
folgt entweder durch fortschreitendes Durchbiegen des Werkstückes in Sickenrichtung mittels Sickenhammers von Hand oder durch Sickenmaschine oder durch gleichzeitiges Durchbiegen des ebenen Werkstückes auf der ganzen Sickenlänge mittels Sickenwerkzeuges auf einer Presse.

37 Sonderziehverfahren**Auble-Verfahren**

Beim Auble-Verfahren werden mehrere Ziehstufen in ein Werkzeug gelegt in der Weise, daß Stempel verschiedener Durchmesser ineinander gleiten. Nach ihrer Ziehstufe wirken die Stempel als Niederhalter. Der Ziehling ist in verschiedene Stufen abgesetzt.

Cincinetti-Verfahren

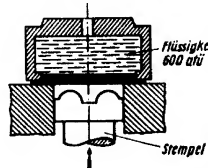
Der Druck auf den zu verformenden Werkstoff wird durch eine in einem Gummibeutel befindliche Flüssigkeit ausgeübt.

**Gummizug-Verfahren**

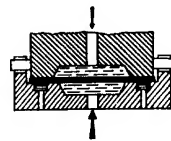
Gummiziehn ist ein dem Formstanz ähnlicher Vorgang, bei dem, je nach Art des Verfahrens, der Ober- oder Unterstempel durch einen in festem Rahmen eingesetzten elastischen Werkstoff (Gummi, Weich-PVC) gebildet wird, der gleichzeitig als Niederhalter dient.

Hydroform-Verfahren

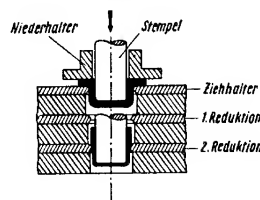
Ein Formstempel drückt den Werkstoff in eine mit Gummiplatte verschlossene und unter hohem Druck stehende Flüssigkeit (Glycerin), besonders für austenitische Stähle.

**Hydromatik-Verfahren**

Der Ziehvorgang wird durch hohen Druck einer Flüssigkeit ausgeführt. Die Form selbst steht ebenfalls unter (geringerem) Druck, geeignet für hochwarmfeste Stähle.

**Keller-Verfahren**

Beim Keller-Verfahren werden im Verhältnis zum Durchmesser tiefe Hohlformen durch aneinander folgende Streckzüge in einem



Zug hergestellt. Ziehlinge mit abgestuften Durchmessern sind hintereinander angeordnet.

Marform-Verfahren

Dem allgemeinen Gummizug-Verfahren ähnlich, jedoch dient ein Gummikissen als Matrize, der Stempel trägt das Profil. Besonderer Faltenhalter ist erforderlich.

Warmtiefziehen

Beim Warmtiefziehen werden Niederhalter, Ziehling und Stempel gleichmäßig erwärmt.

Warmtiefziehen — Kostronverfahren

Die Ronde wird nur zwischen dem beheizten Blechhalter und dem ebenen Teil des Ziehringes erwärmt. Ziehronde wird mit Wasser gekühlt.

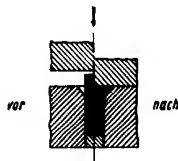
Warm-Kaltzug

Beheizter Ziehling und Faltenhalter, gekühlter Stempel. Einsparen von Zwischenglühen.

38 Stauchen

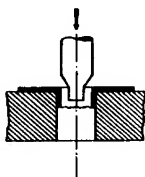
Stauchen (Stanzstauchen) ist Umformen von Erst- oder Zwischenformen durch Stempel und Gegenstempel zwecks örtlich begrenz-

ter Stoffanhäufung bei gleichzeitiger Verkürzung in der Stauchrichtung.



39 Stechen

Stechen ist ein Eintreiben eines Dornes in Erst- oder Zwischenformen zum abfallenden Herausreißen des Werkstoffes zur Herstellung beliebiger Innenformen.



40 Strangpressen

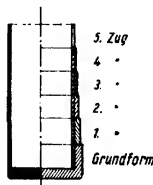
Strangpressen ist ein Umformen eines auf Preßtemperatur erwärmten Rohblockes oder Metallbolzens derart, daß mittels



eines hydraulisch bewegten Druckstempels aus der beheizten Aufnahmebuchse der Strangpresse durch eine entsprechend profilierte Öffnung (Düse) einer Matrize oder im Stempel selbst zu Voll- oder Hohlstangen gepreßt wird.

41 Streckziehen

Streckziehen ist das Umformen eines Hohlkörpers unter Verringerung seiner Wanddicke durch Ziehring und Ziehstempel, Anwendung für gut ziehfähige Metalle.



42 Streckdurchziehen

siehe Durchziehen

43 Streckdrücken

siehe Drücken

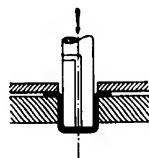
44 Stülpen (Stülpsziehen)



Stülpen ist ein Nachzug in entgegengesetzter Richtung zum vorhergehenden Zug. Anwendung bei tiefen Ziehteilen, um eine Wärmebehandlung einzusparen.

45 Tiefziehen

Tiefziehen ist ein Umformen von flachem Werkstoff (Zuschnitt, Ronde) zwischen Ziehring, Ziehstempel und Faltenhalter eines



Ziehwerkzeuges zu einem Hohlteil, wobei eine mehr oder weniger erhebliche Werkstoffwanderung eintritt. Beim Stufenziehen sind Glühgänge einzuschleichen.

46 Treiben

Treiben ist ein Formen meist ebenen Werkstoffes zu bauchigen oder gekrümmten Hohlteilen mittels Hand- oder mechanischem Treibhammer. Treiben wird dort angewendet, wo sich Teile infolge ihrer unregelmäßigen Gestalt oder Größe nicht durch Tiefziehen oder Drücken herstellen lassen.

47 Walken

Walken ist ein dem Richten ähnlicher Vorgang, bei dem Bleche so über Walzen geführt werden, daß eine über die Elastizitätsgrenze hinausgehende Streckbeanspruchung entsteht, die den Werkstoff in einen labilen Spannungszustand versetzt. Dermaßen behandelte Qualitätsbleche zeigen innerhalb von 24 Stunden nach dem Walken eine größere Verformungsbereitschaft und ergeben fließfigurenfreie Ziehteile.

48 Walzen

Walzen ist ein ununterbrochenes Werkstoffverdrängen in kaltem oder warmem Zustand längs einer Linie mittels Walzwerks, wobei der Werkstoff in seiner ganzen Dicke beansprucht wird. Der Werkstoff wird gestreckt unter gleichzeitiger Verminderung seines Querschnittes und meist auch unter Veränderung seiner Querschnittsformen.

49 Wickeln

Wickeln ist ein fortschreitendes Biegen von Werkstoff in Schenkelform von Hand oder mit Maschine.

50 Ziehen

- Drahtziehen ist eine Umformung, bei der Drähte in kaltem oder warmem Zustand hergestellt werden. Der Werkstoff wird dabei unter Einwirkung einer Zugkraft durch eine der Drahtform entsprechende Düse gezogen.
- Stangenziehen ist ein Ziehen gewalzter Rund- oder Profilstangen in kaltem oder warmem Zustand durch die Zieh-
düse einer Schleppzangen-Ziehbank.
- Profilziehen erfolgt durch eine Reihe hintereinanderliegender Ziehmatrizen, durch die ein anfänglich flacher Blechstreifen allmählich zum geforderten Profil gezogen wird.
- Rohrziehen (für Rohre geringerer Beanspruchung) erfolgt aus Blechstreifen in ähnlicher Weise, wie unter c) beschrieben.

Flu 145

Literatur

Betriebshütte, Bd. 1, Fertigung, 4. Aufl., 1954
Kaczmarek, E., Praktische Stanzerei, Bd. 2, 4. Aufl., 1954
Aluminium-Taschenbuch, 11. Aufl., 1955
Krist, Th., Werkstatt-Tabellen für die Metallindustrie, 2. Aufl., 1931

Die Serien-Flugerprobung der IL 14 P

Von Redakteur H. Ahner

DK 629.135 JI 14 P
629.135.001.41

Die Serien-Flugerprobung bildet den Abschluß der modernen Flugzeugfertigung. Sie summiert gewissermaßen alle Arbeitsgänge und unterwirft das Endprodukt einer kritischen Leistungsprüfung, in der alle eventuell noch vorhandenen Mängel schonungslos ans Tageslicht gefördert werden. Von ihrer Gründlichkeit hängt die Flugsicherheit des Flugzeuges in bedeutendem Maße ab. Es wird dabei unter Bedingungen geflogen, die im normalen Linienverkehr kaum oder überhaupt nicht auftreten. Am Rande sei vermerkt, daß sich die Flugerprobung von Serienflugzeugen wesentlich von der Erprobung der Prototypen unterscheidet, der ganz andere Aufgabenstellungen zugrunde liegen. Jede IL 14 P wird vor der Ablieferung an den Kunden auf acht bis zehn Flügen einer 12 bis 15 Flugstunden dauernden Erprobung unterworfen. Dazu gehören ferner Wägungen, Eichungen und Triebwerkstandläufe. Ihre Vielseitigkeit erfordert die Teilnahme einer großen Anzahl von Mitarbeitern des ingenieurtechnischen, fliegenden und Werkstattpersonals. An den Erprobungsflügen nehmen im allgemeinen jeweils ein Flugversuchs-Ingenieur, zwei Flugzeugführer, ein Navigator, ein Bordfunker, ein Bordmechaniker und von Fall zu Fall weitere spezielle Mitarbeiter teil.

Die Flugerprobung beginnt schon mit den

Wägungen

Dazu wird die Maschine auf eine Flugzeugwaage gerollt, deren Meßgenauigkeit drei Promille beträgt. Das Flugzeug steht hierbei mit seinen beiden Hauptfahrwerk-Teilen und dem Bugrad auf je einem Waagetisch.

Als erstes wird das vom Konstrukteur festgelegte Rüstgewicht überprüft. Dieses und das durch die Wägung ermittelte Ergebnis müssen übereinstimmen, denn jede Gewichtsüberschreitung bringt in der Endkonsequenz eine Verminderung der Reichweite des Flugzeuges mit sich.

Bei der nun folgenden Schwerpunktfeststellung hat sich ebenfalls eine Übereinstimmung mit dem theoretisch ermittelten Schwerpunkt zu ergeben, da von seiner Lage die Flugeigenschaften beeinflusst werden.

Im Rahmen der Wägung werden weiterhin die einzelnen Auflagedrucke für die beiden Hauptfahrwerkteile ermittelt und eventuelle Unterschiede auf ihre Zulässigkeit überprüft. Nunmehr erfolgt die

Vorratsanzeigeeichung

Noch immer auf der Waage stehend wird das Flugzeug mit Betriebsstoff (Kraft- und Schmierstoff sowie Hydraulikflüssigkeit) betankt. Sowohl beim Betanken als auch beim Zurückpumpen werden Kraftstoff- und Schmierstoffvorrats-Anzeigeeichungen der hierfür in Frage kommenden Geräte vorgenommen. Weitere Wägungen des Flugzeuges im betankten Zustand und nach dem Zurückpumpen des Betriebsstoffes ergeben das maximale Gewicht und das Naßleergewicht (Naßleergewicht, weil ein Zurückbleiben geringer Betriebsstoffreste unvermeidlich ist).

Nach diesen Gewichtsbestimmungen und Eichungen wird der Beladeplan festgelegt, d. h., es erfolgt die Verteilung der vorgesehenen Lasten innerhalb des zugelassenen Schwerpunktgebietes bis zum maximalen Fluggewicht.

Erst nachdem diese Arbeitsgänge durchgeführt wurden, verläßt das Flugzeug zum

Entkonservierungslauf des Triebwerkes

die Halle. Der Flugmotor wird vom Hersteller zur Vermeidung von Korrosion mit einem Konservierungsmittel versehen, das vor dem ersten Ingangsetzen zu entfernen ist. Dazu wird das Triebwerk mit dem für den Flugbetrieb vorgesehenen Schmierstoff betankt und etwa 20 Minuten mit geringer Drehzahl (nicht über 1500 U/min) betrieben. Der Konservierungsstoff mischt sich hierbei mit dem normalen Schmierstoff. Nach dem Ablassen dieses Gemisches werden sämtliche Filter auf eventuellen metallischen Flitter (Abriebserscheinungen), zurückgebliebene Späne aus der Fertigung und Ölkohle untersucht. Nach dem Entkonservierungslauf wird abermals eine bestimmte Menge Schmierstoff zur weiteren Verdünnung des noch im Triebwerk zurückgebliebenen Konservierungsstoffes aufgefüllt. Mit dem Entkonservierungslauf wird gleichzeitig das funktionelle Verhalten der Triebwerk-Überwachungsgeräte verbunden. Die Funktionsprüfung des Triebwerkes dagegen erfolgt erst beim

Triebwerk-Standlauf

Dabei werden Gemischregelung, Leerlauf und Vergaser (im Falle der IL 14 P Einspritzaggregate) einreguliert. Weiter sind die Funktionen von Anlassern und Zündmagneten, die Leistung der Generatoren, die Einhaltung des erforderlichen Schmierstoff- und Kraftstoffdruckes, die Zylinderkopftemperaturen, Drehzahl und Ladedruck sowie das Verhalten der Luftschaubautomatik einer Überprüfung zu unterziehen. Schließlich ist bei diesem Lauf die Dichtheit der Triebwerke nachzuweisen. Nach einer darauf folgenden gründlichen Enddurchsicht des Triebwerkes und einer Funktionskontrolle der an Bord befindlichen FT-Ausrüstung beginnen jetzt die

Rollversuche

In ihrem Verlauf wird die Bremslage (normales und Notbremsystem) überprüft. Ausschlaggebend sind dabei die Einhaltung des geforderten Druckes und die Wirksamkeit der Bremsen.

Erst jetzt wird das Flugzeug zu seinem

ersten Probeflug

fertig gemacht. War es in den Anfangsjahren der Fliegerei üblich und in gewissen Grenzen auch noch vertretbar, der Erprobung eines Flugzeuges gefühlsmäßige Beurteilungen zugrunde zu legen, so kann man heute im Interesse einer exakten Erprobung des außerordentlich komplizierten Fluggerätes auf umfangreiche Messungen längst nicht mehr verzichten. Auch einfache Ablesungen der serienmäßig installierten Geräte, wie das heute noch bei den Kurzerprobungen serienmäßiger Kraftfahrzeuge der Fall ist, reichen nicht aus. Die Flugeleistungen ein und derselben Maschine weichen unter verschiedenen meteorologischen Bedingungen stark voneinander ab. Um sie auf eine Vergleichsbasis zu bringen, werden in das zu erprobende Flugzeug zusätzliche Barometer für die Messungen des atmosphärischen Druckes und Thermometer (Bild 1) eingebaut. Da außerdem die von den Geräten abgelesenen Werte infolge der menschlichen Unzulänglichkeiten Fehlerquellen enthalten können, nimmt man Höhen- und Fahrtsschreiber an Bord, und zwar je zwei, um bei Ausfall eines Schreibers gesichert zu sein (Bild 2). In der Fluggastkabine wird ferner ein Fotobrett (Bild 3) angebracht, das zwei Ladedruckmesser (für jedes Triebwerk eins), einen Höhen-, einen Fahrt-

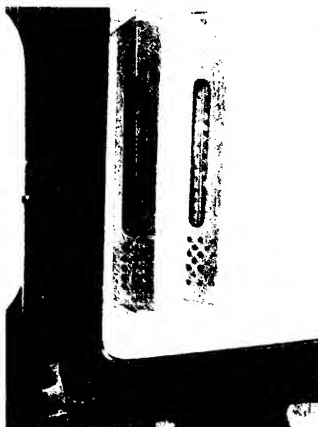


Bild 1. An der Flugzeugführerkabine angebrachte Außenthermometer



Bild 2. In der Fluggastkabine installierte Höhen- und Fahrtsschreiber

messer und eine Stoppuhr enthält. Von diesem Brett werden in bestimmten Zeitabständen fotografische Aufnahmen gemacht, um bei der späteren Flugauswertung weitere dokumentarische Unterlagen für bestimmte Zeitpunkte und Situationen des Fluges zur Hand zu haben.

Da man sich auch bei der Beurteilung der Ruderkräfte und der Querruderausschläge nicht auf gefühlsmäßige Einschätzungen verlassen kann, werden vor dem Flug für alle drei Ruder Dynamometer-Schreibgeräte, also Hand- und Fußkraftschreiber, sowie eine Gradscheibe (Bild 4) zur Ermittlung der Querruderausschläge installiert. Damit können die Ruderkräfte quantitativ gemessen werden.

Darüber hinaus werden die Anzeigen der wichtigsten Flug- und Triebwerküberwachungs-Geräte von Fall zu Fall notiert (Bild 5). Beim ersten Probeflug, der ungefähr eine halbe Flugstunde dauert und der ebenso wie der zweite Flug in Flughafennähe abgeleistet wird, lernt die Erprobungsbesatzung die Flugeigenschaften des Flugzeuges kennen. Der Flug wird mit einer geringen Zuladung bei normaler Schwerpunktlage und einer Minimalbesatzung, zu der zwei Flugzeugführer, ein Flugversuchs-Ingenieur, ein Funker, ein Bordmechaniker und ein Startprüfer gehören, durchgeführt. Jedes Besatzungsmitglied hat hier, wie auch bei den folgenden Erprobungsflügen, fest umrissene Aufgaben zu erfüllen. Die Koordinierung derselben und die Leitung der Erprobung eines Flugzeuges obliegt dem Flugversuchs-Ingenieur.

Bild 3. Das sogenannte Fotobrett, in dem Ladedruck-, Höhen- und Fahrtmesser sowie eine Stoppuhr untergebracht sind. In bestimmten Flugstadien werden die Anzeigen fotografiert



abgebremst. Der erste Flugzeugführer prüft — wie vor jedem Start — die Rudergängigkeit und die Normalstellung der Trimmung. Während der Bordmechaniker die Landeklappen auf 17 Grad Startstellung ausfährt,

kontrolliert er, ob sich die Geräteanzeigen für die Triebwerküberwachung innerhalb der zulässigen Bereiche halten. Durch die Bord-Boden-Sprechverständigung wird beim Dispatcher im Kontrollturm des Flughafengebäudes um Start-erlaubnis ersucht. Ist der Start freigegeben, werden die Gashebel auf Startleistung gebracht und das Flugzeug rollt immer schneller über die Startbahn. Schon jetzt beginnt die

Bild 5. Flugversuchsingenieure bei ihren Aufzeichnungen während des Erprobungsfluges



Beurteilung des Verhaltens der Maschine. Ist das Flugzeug leicht geradeaus zu halten oder hat es das Bestreben, seitlich auszubringen? Bei 110 km/h ein leichter Zug an der Steuersäule: Das Bugrad wird entlastet. Eine Bodenberührung ist kaum noch zu



spüren. Bei 145 km/h hebt das Flugzeug ab, die Startbahn sinkt zurück. Einige Augenblicke lang läßt der Pilot die Maschine an Fahrt aufholen, dann werden das Fahrwerk eingefahren und die Triebwerke auf Steigleistung gedrosselt.

Von Beginn des Fluges an werden Ruderkräfte und Trimmung in allen Fluglagen erteilt. Es wird festgestellt, ob die Maschine hängt, dreht oder giert. Probeweise sind Fahrwerk und Landeklappen auszufahren. Das geschieht sowohl im ZweisMotoren- als auch im Einmotorenflug. Außerdem werden die Triebwerke in verschiedenen Fluglagen (normalem und steigendem Geradeaus- und Kurvenflug) wechselseitig abgestellt. Dabei fahren die Luftschraubenblätter auf Segelstellung und man mißt deren Verstellzeiten. Die leistungsmäßige Beurteilung der Triebwerke läßt erkennen, ob sie zügig Gas annehmen, also beschleunigen, und ob bei gleicher Stellung der Gashebel gleichmäßige Triebwerkleistungen erzielt werden. Sämtliche Geräteanzeigen müssen in bestimmten Bereichen liegen. Auch die Enteisungsanlagen (Warmluftenteisung für Tragflächen- und Leitwerkflächen, Flüssigkeitsenteisung für Luftschrauben, elektrische Beheizung, Warmluftbestrahlung, Flüssigkeitsenteisung und hydraulische Scheibenwischer für die Sichtscheibe der Flugzeugführerkabine) werden einer Funktionskontrolle unterzogen. Dem Verhalten der Flug-

Bild 6. Vereisungs-Vorwarnanzeiger. Beginnende Vereisung ist auf dem aus dem Rumpf seitlich herausragenden Stummel mit einem Blick aus der Flugzeugführerkabine sofort zu erkennen. Ihre Stärke kann von der jeweils zentimetergroßen Schwarz-Weiß-Markierung abgelesen werden.



überwachungs- und Navigationsgeräte, wie Wendezeiger, Wendehorizont, Kreiselhalbkompas, Magnet- und Fernkompas, Funkpeilanlagen und Funkhöhenmesser usw., wird auch schon auf diesem Flug Aufmerksamkeit gezollt. Der Bordfunker ist mit

Bild 4. Blick in die Flugzeugführerkabine der IL 14 P während der Flugerprobung. Am rechten Steuerknüppel ist die Gradscheibe zum Erfassen der Querruderaus-schläge zu erkennen. Am Instrumentenbrett befinden sich über der weißen Markierung die Flugüberwachungsgeräte. Es bedeuten hierbei:

1 Autopilot (Kursautomat), 2 Autopilot (Neigungsautomat), 3 Anzeigen der Radio-kompass, 4 Kreiselhalbkompas, 5 Anzeigen der Kurs- und Gleitanlage, 6 Wende-horizonte, 7 Fahrtmesser, 8 Höhenmesser (barometrisch), 9 Anzeige des Fern-kompass (Toterkompas), 10 Anzeige des Funkhöhenmessers
Unter der weißen Markierung sind die Instrumente für die Triebwerküberwachung zu erkennen:
11 Drehzahlmesser, 12 Ladedruckanzeige, 13 Zylinderkopftemperatur des zweiten Zylinders (Zweifachanzeige), 14 Kraftstoffdruck (Zweifachanzeige), 15 Zylinderkopftemperatur des fünften Zylinders (Zweifachanzeige), 16 Schmierstoffdruck (Zweifachanzeige), 17 Schmierstofftemperatur Eintritt (Zweifachanzeige), 18 Schmierstofftemperatur Austritt (Zweifachanzeige).

Auf dem vor dem Instrumentenbrett befindlichen Hauptbedienpult bedeuten:
19 Gemischhebel, 20 Gashebel, 21 Luftschraubenverstellhebel (Drehzahlregler), 22 Kraftstoffverbindungshahn



Bild 7. Stillgesetztes Triebwerk mit auf Segelstellung gefahrenen Luftschraubenblättern der IL 14 P während eines Fluges in rund 2000 Meter Höhe

der funktionsmäßigen Kontrolle der beiden Kurzwellen- und der Ultra-Kurzwellen-Empfangs- und Sendeanlage sowie der Bord-Eigenverständigung beschäftigt.

Nachdem auch noch die Belüftung und Beheizung der Fluggastkabine einer ersten Kontrolle unterzogen wurden, ist das Programm dieses Fluges erfüllt. Seine Ergebnisse bilden eine Grundlage für das weitere Erprobungsprogramm.

Nach der Landung wird das Flugzeug durchgesehen, wobei besonders auf Scheuerstellen im Steuersystem, auf Undichtheiten der Betriebsstoffsyste-me und auf das Fahrwerk sowie die Lande-hydraulik geachtet wird. Außerdem werden grundsätzlich die Tragflächenbefestigungen nachgezogen und die Arbeiten durchgeführt, die sich aus dem ersten Probeflug ergeben. Nunmehr wird zum

Funktionsflug

gestartet. Von diesem Flug an kommen der Navigator und von Fall zu Fall weitere Mitarbeiter der Flugerprobung zur Besatzung. Vor dem Start werden, wie selbstverständlich bei jedem Erprobungsflug, sämtlichen Teilnehmern Fallschirme ausgehändigt. Der verwendete Rettungsfallschirm PN-50, eine sowjetische Konstruktion, besitzt eine Fläche von 42,5 m² und weist eine Sinkgeschwindigkeit von 6,3 m/s auf. Er wird mit vier Karabinerhaken über der Brust in das Gurtzeug eingehangen. Drei Sekunden nach dem Absprung ist die Reißleine zu ziehen, wodurch — wie eine Probe zeigte — der Verpackungssack augenblicklich aufspringt. Ein kleiner Hilfsfallschirm zieht den Verzögerungssatz heraus, der den Öffnungsstoß des Schirmes mildert. Die Zeit zwischen dem Ziehen der Reißleine und dem völligen Öffnen des Schirmes beträgt ebenfalls drei Sekunden.

Der Flug umfaßt im wesentlichen das gleiche Arbeitsprogramm wie der erste Probeflug. Nur werden jetzt die Details einer eingehenderen Prüfung unterzogen als beim ersten Flug, nachdem es darauf ankam, zu sehen, was mit der Maschine geschah. Eine Schilderung der einzelnen Aufgaben erabigt sich demnach. Die Besatzung weiß jetzt, auf welche Schwerpunkte sie sich bei den noch anstehenden Spezialaufgaben konzentrieren muß. Nach Abschluß dieses Fluges kann außerhalb des Fluges noch eine Besprechung gehalten werden. In der Regel folgt der

FT-Flug

Bei ihm wird die Blindlandeeinrichtung des Flugzeuges erprobt. Zu ihr gehören außer den üblichen Navigationsgeräten u. a. zwei Funkpeilanlagen für Eigenpeilungen, ein Markierungsempfänger, welcher das Vor- und Haupteinflugzeichen des angeflogenen Flughafens optisch und akustisch zeigt, ein Funkhöhen- und ein Funkentfernungsmesser, zwei Radiokompass sowie ein Kurs- und Gleitwegempfänger, der am Kreuzzeigerinstrument Landekurs und Gleitwinkel angibt.

Zufällig ist der Tag, an dem der geschilderte Flug stattfindet, vorzüglich für diese Prüfung geeignet. Der Himmel über dem Flugplatz in Dresden ist grau verhangen und ein feiner Sprühregen geht nieder. Etwa 600 Meter über dem Platz liegt eine geschlossene Wolkendecke. Kurz nach dem Start wird zur Überprüfung des Markierungsempfängers der Markeur (Markierungssender) auf dem Heimatflughafen überflogen. Die weißen Signallampen in der Flugzeugführerkabine und das Klingelzeichen sprechen beim Überfliegen ordnungsgemäß an.

Das Flugzeug nimmt nun Kurs Berlin-Schönefeld. Nach wenigen Minuten wird die Wolkendecke durchstoßen und bei strahlendem Sonnenschein fliegt die Maschine unter dem azurblauen Himmel in 2000 Meter Höhe. Der Bordfunker überprüft routinemäßig die Funktion der Empfangs- und Sendeanlagen. Die Radiokompass sind auf die beiden Ansteuerungsfunkfeuer von Berlin-Schönefeld eingestellt. Von dem Augenblick an, da das Flugzeug in Flughafennähe auf die durch die beiden Ansteuerungsfunkfeuer gebildete Gerade beigedreht hat, zeigen die Radiokompass auf Null Grad. Damit wird die Landepiste als Fortsetzung dieser Geraden angefliegen. Im Standort der beiden Ansteuerungsfunkfeuer befinden sich gleichzeitig Vor- und Haupteinflugzeichen mit ihren Markierungssendern, die wiederum die optischen und akustischen Signale im Flugzeug zum Ansprechen bringen. Nun geschieht folgendes: Das Voreinflugzeichen wird in 200 Meter Höhe überflogen und damit ein Ansteuerungsfunkfeuer. Der Markierungssender des Voreinflugzeichens löst über den Markierungsempfänger Signallampen und Klingel aus. Außerdem springt der auf das überflogene Ansteuerungsfunkfeuer eingestellte Radiokompaß von 0 auf 180 Grad um. Der Zeiger des zweiten auf das Ansteuerungsfunkfeuer beim Haupteinflugzeichen gerichtete Radiokompaß steht nach wie vor auf Null Grad. Aus diesen beiden Anzeigen ergibt sich, daß sich die Maschine vom ersten Ansteuerungsfunkfeuer in gerader Linie auf das zweite bewegt. Wird auch dieses unter Beibehaltung der bisher eingeschlagenen Richtung überflogen, dann springt die Nadel des zweiten Radiokompasses ebenfalls auf 180 Grad um. Da nun gleichzeitig der ebenfalls im Standort dieses Ansteuerungsfunkfeuers befindliche Markierungssender des Haupteinflugzeichens überflogen wird, sprechen wiederum die optischen und akustischen Signaleinrichtungen im Flugzeug an. Die vorgeschriebene Flughöhe beträgt in diesem Augenblick noch 50 Meter. Werden die 180 Grad-Anzeigen auf beiden Radiokompassen eingehalten und außerdem Gleitwinkel und Kursweg des Kreuzzeigerinstrumentes beachtet, dann kann die Landung ohne weiteres erfolgen.

In der Regel werden drei solcher Anflüge in Schönefeld durchgeführt, um eine Sicherheit für das exakte Arbeiten der Blindflugeinrichtungen zu erhalten. Nach etwa zweieinhalb Flugstunden ist dieser Flug abgeschlossen. Bei dem sich anschließenden

Leistungsflug

werden die Fluggeschwindigkeiten bei verschiedenen Leistungsstufen der Triebwerke, die wiederum von Drehzahl und Ladedruck abhängen, ermittelt. Das geschieht in Volldruckhöhe, also in einer Höhe, bis zu welcher der Ladedruck von 1020 mm bei 2400 Umdrehungen pro Minute gehalten werden kann. Es wird

mit Nennleistung sowie mit 90, 75, 60 und 45 Prozent Leistung geflogen. Der letzte Teil dieses etwa eine Stunde dauernden Fluges gilt der Überprüfung des Hydraulikdruckes und des Luftdruckes für die Dreiaachsensteuerung. Dabei wird festgestellt, ob die genannten Drücke ebenfalls bei allen Leistungsstufen der Triebwerke gehalten werden können.

Bei diesem — wie auch bei anderen Erprobungsflügen — erlebten wir es mehrfach, daß die Prüfung infolge außerordentlich böigen Wetters abgebrochen werden mußte, weil exakte Messungen nicht möglich waren. Dies sei deshalb erwähnt, um damit auf die Erschwernisse der Flugerprobung hinzuweisen, die nur allzu oft auch von Personen, die der Luftfahrt nahestehen, nicht gesehen werden.

Der nächste Flug gilt der

Erprobung der Dreiaachsensteuerung

Am Beginn jedes Fluges steht, werden z. B. folgende Aufgaben festgelegt:

1. 15 Minuten Horizontal-Geradeausflug mit Reiseleistung, wobei eine eventuelle Kursabweichung festzustellen ist. Störungen, hervorgerufen durch Böen, die auf das Flugzeug einwirken, sind durch die Dreiaachsensteuerung auszugleichen.
2. Drei Minuten Kurvenflug bei 15 Grad Neigung. Es sind bestimmte Steig- und Sinkgeschwindigkeiten einzustellen, die jeweils gehalten werden müssen.
3. Geradeausflug mit wahlweise eingestellten Sink- und Steiggeschwindigkeiten bei konstanter Fahrt. Die eingestellten Werte sind zu halten.

Wenige Minuten nach dem Start sind 2000 Meter Höhe erreicht. Die Wolkendecke unter der Maschine beginnt aufzureißen. Der erste Flugzeugführer stellt die unter der Sichtscheibe in der Mitte des Instrumentenbrettes angebrachte Dreiaachsensteuerung entsprechend der ersten Prüfung ein (Bild 9). Der Flug erfolgt genau „auf dem Strich“. Kompaß und Wendehorizont lassen Kursabweichungen sofort erkennen. Der Zeiger des davon unabhängig arbeitenden Radiokompasses zeigt außerdem ständig auf 180 Grad. Wir entfernen uns also ohne jede Abweichung in gerader Linie vom Heimatflughafen. Der Pilot hat Hände und Füße von der Steuersäule und den Seitenruderpedalen genommen. Sie bewegen sich automatisch, als würden sie von unsichtbaren Händen geführt. Der ständige Vergleich mit den Instrumenten erbringt einen überzeugenden Beweis für das genaue Arbeiten der automatischen Steuerung. Böen, die das Flugzeug vorübergehend aus der Normallage bringen, werden sofort korrigiert. Die Überflugsmeldungen des Navigators bestätigen zusätzlich, daß bestimmte Orte auf dem gewünschten fest eingestellten Kurs zu den vorgesehenen Zeiten erreicht werden. Die nächste Prüfung verläuft mit der gleichen Präzision. Ohne jede Verzögerung leitet die Dreiaachsensteuerung nach dem Einstellen der geforderten Werte den Kurvenflug ein. Voraus aufkommende Wolkenbänke neigen sich auf die Seite. Gleichzeitig beginnt die Nadel des Höhenmessers entsprechend einer eingestellten Steiggeschwindigkeit zu klettern. Nach drei Minuten beweisen Stoppuhr und Höhengewinn die Genauigkeit der automatischen Steuerung auch im steigenden und sinkenden Kurvenflug.

Die dritte Prüfung bei steigendem und sinkendem Geradeausflug verläuft mit der gleichen Exaktheit. Nach Abschluß dieses Fluges steht der

Dienstgipfelhöhenflug

auf dem Programm. Bei etwa zweistündiger Dauer führt er in Höhen, die beträchtlich über 7000 Meter liegen. Da die IL 14 P für Linienflüge in verhältnismäßig geringen Flughöhen vorgesehen

ist, verfügt sie über keine druckbelüftete Kabine, deren „Kabinenhöhe“ auch in großen Flughöhen den gewohnten atmosphärischen Verhältnissen angeglichen ist. An die Besatzung werden daher bei diesem Flug ganz außergewöhnliche Anforderungen gestellt. Sie ist mit Sauerstoffgeräten und beheizten Anzügen ausgestattet. Trotzdem hat sie ihre vielfältigen, oft gleichzeitig durchzuführenden Aufgaben mit der gewohnten Exaktheit auszuführen.

In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die Erprobungsbesatzungen im allgemeinen wesentlich höheren physischen Beanspruchungen ausgesetzt sind als unter normalen Bedingungen arbeitende Menschen.

Außer der Ermittlung der Dienstgipfelhöhe ist bei diesem Flug die maximale Steiggeschwindigkeit festzustellen, und bei Abwärtsflug sind schließlich die maximalen Horizontalgeschwindigkeiten in verschiedenen Flughöhen zu ermitteln. Im Gegensatz zu diesem Test ist der darauf folgende

Meßstreckenflug

geringen Höhen vorbehalten. Bei ihm wird die Eichung des Fahrtmessers durch Ermittlung des aerodynamisch bedingten Gebefehlers des Staurohres vorgenommen. Dazu wird eine oder genauer gesagt werden zwei rechtwinklig zueinander in Ost-West- und Nord-Süd-Richtung verlaufende, auf der Erde abgesteckte Meßstrecken durchfliegen. Anfang und Ende sind jeweils durch je zwei nebeneinander auf 12 bis 15 Meter hohen Masten angebrachte rot-weiße Tafeln gekennzeichnet. Vor dem Einflug in die Strecke drückt der Flugzeugführer die Maschine auf 100 Meter Höhe herab (im vorliegenden Falle 100 m über Flugplatzhöhe). Da die Meßstrecke im Interesse einer gleichbleibenden Fluggeschwindigkeit waagrecht durchfliegen werden muß (jedes Drücken und Ziehen bringt Fahrtzu- bzw. Fahrtabnahme), erfolgt der Flug, bedingt durch Bodenhindernisse, oft in geringen Höhen über Grund. Daß auf dem Boden befindliche Betrachter beim Verschwinden des Flugzeuges hinter einem Wald oder einem Hügel schon geglaubt haben, es handele sich um eine Notlandung, und entsprechende Maßnahmen einleiteten, sei nur am Rande vermerkt.

Vom Flugzeug aus gesehen ist diese Perspektive, soweit überhaupt Zeit zu solchen Betrachtungen bleibt, verhältnismäßig ungewohnt und daher nicht ohne Reiz. Die Baumwipfel der Wälder huschen bedrohlich nahe unter den Tragflächen hinweg, und zu-



Bild 8. Navigator bei der Ermittlung des zu fliegenden Kompaskurses



Bild 9. Flugzeugführer bei der Einstellung der Dreiachssteuerung. Auf dem Wendehorizont (Neigungsautomat) ist deutlich die Neigung des Flugzeuges zu erkennen. Die Aufnahme wurde während einer Rechtskurve gemacht

weilen überragt links oder rechts ein Fabrikschornstein das Flugzeug. Jedes Wäschestück, das auf der Leine im Winde flattert, und jede weggeworfene Zigaretenschachtel sind, wenn sich das Auge der hohen Geschwindigkeit angepaßt hat, deutlich zu erkennen. Die Menschen, die zu der tief dahindonnernden Maschine heraufschauen, wirken oft erschreckend nahe. Diese Perspektive erinnert an jene Zeiten, in der man sich noch von Ortschaft zu Ortschaft „franzte“ und die Navigation im Ablesen von Bahnhofsschildern bestand; oder sie läßt an den Blickwinkel denken, den man aus dem gemächlich dahinkreisenden Hubschrauber hat.

Von den Fensterplätzen mit der besten, durch die Tragflächen unbehinderten Sicht erfolgen die Stopppungen, die in dem Augenblick beginnen, da die beiden den Beginn der Meßstrecke anzeigenden Tafeln vom Flugzeug aus gesehen sich seitlich decken. Sie enden, wenn die beiden den Schluß der Strecke kennzeichnenden Tafeln auf die gleiche Weise zu sehen sind.

Um den Einfluß des jeweils herrschenden Windes kompensieren zu können, ist die Messung für jede Geschwindigkeitsstufe durch Flüge nach allen vier Himmelsrichtungen vorzunehmen. Es werden also jeweils vier Durchgänge mit 200, 250, 300, 350 km/h und mit Höchstgeschwindigkeit geflogen.

Schwierig gestaltet sich der Flug deshalb, weil er in besonderem Maße thermischen Einflüssen und durch Bodenhindernisse abgelenkten horizontalen Strömungen ausgesetzt und daher sehr unruhig ist. Es kommt deshalb nicht selten vor, daß er bei starker Bögigkeit abgebrochen und wiederholt werden muß.

Mit diesem Flug ist das eigentliche Erprobungsprogramm abgeschlossen. Es wird noch eine sehr eingehende Enddurchsicht des Flugzeuges vorgenommen, nach der es zu einem abschließenden

Sicherheitsflug

startet. Er trägt den Charakter eines Funktionsfluges, wie er schon oben geschildert wurde.

Mit Abschluß der Flugerprobung ist die Gewähr gegeben, daß der Kunde ein sorgfältig erprobtes und betriebssicheres Flugzeug erhält.

Oft wird die Frage nach der Berechtigung einer solch gründlichen Erprobung von Serienflugzeugen gestellt.

Ein sorgfältig eingeflogenes Flugzeug wird aber nicht nur sicher fliegen, sondern dem Fluggast auch unter Schlechtwetterbedingungen einen möglichst ruhigen Flug gewährleisten. Damit gewinnt der Luftverkehr weiteste Kreise, die sich des Flugzeuges bedienen. Letztlich verkörpert die Zahl der geflogenen Fluggastkilometer in den Bilanzen der Luftverkehrsgesellschaften immerhin ein gewisses Urteil für die Flugeigenschaften eines Flugzeuges, das zwar von Passagieren, also von Laien, getroffen wurde, aber dennoch größte Bedeutung besitzt.

F. 1. 0

Neues aus der Weltluftfahrt

Flugzeuge

● Aus dem bekannten tschechischen Sport- und Übungszeugsitzer Zlin Z-226 F „Trenér-6“ wurde der Einsitzer Z 226 A „Akrobat“ (Bild 1) geschaffen, der sich hervorragend für den Kunstflug eignet. Der vordere Flugsitz wurde entfernt, so daß nun noch der hintere Sitz mit einer Vollschutthaube überdeckt ist. Spannweite 10,3 m, Länge 7,8 m, Tragflächeninhalt 14,9 m², Fluggewicht 740 kg, Reisegeschwindigkeit 195 km/h, Gipfelhöhe 6500 m, Reichweite 600 km.



Bild 1. Tschechoslowakischer Kunstflugsitzer Zlin 226 A „Akrobat“

● Das englische Flugzeugwerk Vickers-Armstrong Ltd. entwickelt ein neues Mittel- und Langstrecken-Verkehrsflugzeug V. C. 10, das als englisches Konkurrenzmuster zu den amerikanischen Boeing 707 und Douglas DC-8 gedacht ist. Das Flugzeug, das erst in sechs Jahren lieferbar sein wird, soll mit vier Zweistromstrahltriebwerken Rolls-Royce „Conway“ ausgerüstet werden und 120 bis 150 Fluggäste befördern. Reisegeschwindigkeit 965 km/h. England ist krampfhaft bemüht, den großen Rück-

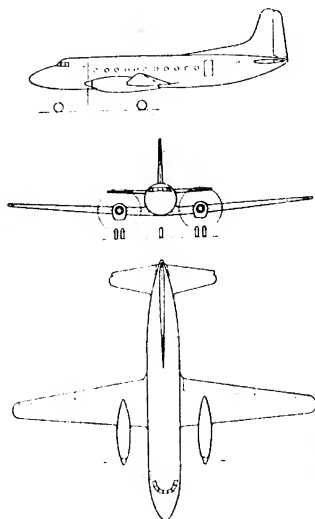


Bild 3. PTL-Kurz- und Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug HFB-209

schlag, den es durch die Abstürze des Strahlverkehrsflugzeuges D. H. „Comet“ erlitten hat, wieder aufzuholen.

● Der Prototyp des amerikanischen Strahlreiseflugzeuges Lockheed „Jet Star“ für 10 Fluggäste wurde kürzlich fertiggestellt (Bild 2). Das Flugzeug besitzt Druckkabine und wird von zwei englischen Bristol „Orpheus“-Strahltriebwerken angetrieben, die – ähnlich der „Caravelle“ – beiderseits des hinteren Rumpfdrittels angeordnet sind. Die Reisegeschwindigkeit wird mit 780 km/h angegeben.

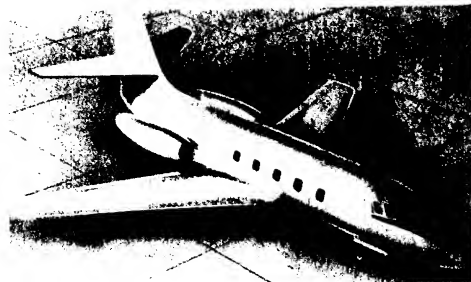


Bild 2. Strahlreiseflugzeug Douglas „Jet Star“ für 10 Fluggäste

● Ein neues polnisches Schul- und Übungsflugzeug vom Typ S-4 Kania-2 machte am 12. September 1957 seinen Erstflug. Der zweiseitzige Hochdecker ist mit einem Sternmotor M-11 von 160 PS Startleistung ausgerüstet, erreicht eine Höchstgeschwindigkeit von 260 km/h bei einer Reichweite von 700 km.

● Die westdeutsche Hamburger Flugzeugbau G. m. b. H. hat ein Kurz- und Mittelstrecken-Verkehrsflugzeug HFB-209 für 48 bis 54 Fluggäste in Entwicklung. Das mit zwei PTL-Triebwerken von je 3550 bis 4200 PS Startleistung angetriebene Flugzeug (Bild 3) ist mit Druckkabine ausgerüstet und soll über Entfernungen von 500 bis 2000 km wirtschaftlich eingesetzt werden können. Reisegeschwindigkeit 500 km/h, Fluggewicht 20 t.

● Das sowjetische PTL-Verkehrsflugzeug IL-18 „Moskwa“ ist in der Lage, 100 Fluggäste und 8 t Fracht mit einer Reisegeschwindigkeit von mehr als 650 km/h auf Strecken bis zu 5000 km zu befördern.

● Das erste in der Volksrepublik China gebaute Zivilflugzeug wurde Ende vergangenen Jahres erfolgreich erprobt. Als Mehrzweckflugzeug ausgelegt, soll es vor allem für Luftaufnahmen, zur Schädlingsbekämpfung sowie für geologische Übersichtsflüge eingesetzt werden. Die Start- und Landerollstrecken werden zu 150 m angegeben.

Hubschrauber

● Der Hubschrauber Kamow Ka-15 wird in großen Zahlen in der Sowjetunion eingesetzt. Bild 4 zeigt den mit zwei coaxialen gegenläufigen Dreiblattrotoren und einem Kolbenmotor AI-14 R von 260 PS ausgerüstete Mehrzweck-Hubschrauber. Höchstgeschwindigkeit 120 km/h.

Außerdem wird aus der Sowjetunion der viersitzige Mehrzweck-Hubschrauber Kamow Ka-18, eine Weiterentwicklung des Ka-15

ten am 1. und 2. übereinander angeordnete dreiblättrige Rotoren werden von einem Kolbentriebwerk angetrieben. Infolge des geringen Drehmomentes ist keine Ausgleichsschraube am Hauptrotor erforderlich. Der Hubschrauber ist für die Verwendung im Fracht- und Krankentransport sowie für den Einsatz in Forst- und Jagdflotten mit vorgesehen. Reisegeschwindigkeit 110 km/h.



Bild 4. Sowjetischer Mehrzweck-Hubschrauber Kamow Ka-15

Luftverkehr

● Die Deutsche Lufthansa eröffnete im September dieses Jahres in Berlin ein Zentrales Luftfrachtbüro als Sammelplatz für Frachtgüter, die vom Flughafen Berlin-Schönefeld abgeflogen werden können. Für den Luftfrachtverkehr werden Flugzeuge vom Typ IL 14 und An-2 eingesetzt. Durch Verträge, die die Deutsche Lufthansa mit anderen ausländischen Luftverkehrsgesellschaften abgeschlossen hat, ist es möglich, Luftfracht in alle Welt zu transportieren. Diese Maßnahme ist besonders für das Exportgeschäft der DDR von großer Bedeutung.

● Zwischen der Deutschen Lufthansa und der bekannten belgischen Luftverkehrsgesellschaft SABENA ist ein Generalagenturabkommen unterzeichnet worden, wobei die Deutsche Lufthansa die SABENA zu ihrem Generalvertreter für den demokratischen Sektor von Berlin und die DDR ernannt. Dieses Abkommen ist der zehnte kommerzielle Vertrag der Deutschen Lufthansa mit internationalen Luftverkehrsgesellschaften. Damit ist den Flugreisenden aus der DDR die Teilnahme am Weltluftverkehr mit insgesamt 900 000 Kilometern Fluglinien in allen Erdteilen möglich. Die Flugzeuge der SABENA fliegen in 35 Ländern insgesamt 94 Städte an. Ihr Streckennetz umfaßt 72 000 Kilometer. Außerdem betreibt die Gesellschaft mehrere Hubschrauberlinien in Westeuropa.

● Eine fünfzigprozentige Erhöhung der Landegeühren trat im Juni vergangenen Jahres auf den Flughäfen Englands in Kraft.

● Die Hauptverwaltung der Zivilluftflotte der Sowjetunion hat eine Einladung der englischen Luftverkehrsgesellschaft „British Airways“ zu Besprechungen über die Schaffung einer direkten Luftlinie zwischen der Sowjetunion und England angenommen. Ferner sind Verhandlungen über die Aufnahme direkter Flugverbindungen zwischen Moskau und Paris, Amsterdam und Neu Delhi in Vorbereitung.

● Alle Kolbentriebwerk-Verkehrsflugzeuge der sowjetischen Zivilluftfahrt sollen von neuen Verkehrsflugzeugen abgelöst werden, so daß im Jahre 1960 ausschließlich PTL- und TL-Verkehrsflugzeuge im Einsatz stehen werden. Dies erklärte Marschall Shigarew, der Chef der Hauptverwaltung der Zivilluftflotte der UdSSR, in einem Interview.

Rekorde

● Mit dem sowjetischen Strahlverkehrsflugzeug Tu-104 A wurden folgende Rekordleistungen erzielt:

1. Mit 10 t Last erreichte die Tu-104 A auf einer 1000-Kilometer-Strecke 973 km/h Durchschnittsreisegeschwindigkeit.
2. Auf einer 2000-Kilometer-Strecke wurde mit 2 t Last eine Durchschnittsreisegeschwindigkeit von 897,5 km/h erreicht.

● Mit dem ersten in der Sowjetunion konstruierten Turbinen-Hubschrauber Mi-6 wurde Ende Oktober mit 12 Tonnen Zuladung eine Höhe von 2400 m erreicht und damit ein neuer Weltrekord aufgestellt. Der Hubschrauber Mi-6 (Bild 5) ist mit zwei PTL-Triebwerken ausgerüstet, die einen vierblättrigen Rotor antreiben. Das Drehmoment wird von einer Ausgleichsschraube ausgeglichen, die an einem Rumpfausleger angebracht ist. Bis zu 80 Fluggäste finden im geräumigen Rumpf Platz.

Verschiedenes

● Während des kürzlich in Warschau durchgeführten Luftfahrt-tages wurden 23 verschiedene polnische Flugzeugtypen vorgeführt, u. a. die Lizenzbauten LIM-1 und LIM-2, CSS-13 S und Jak 12. Des weiteren die Sport-, Schul- und Übungsflugzeuge polnischer Konstruktion L. W. D. Zuraw, L. W. D. Szpak-4 T, Junak 1, Junak 2 und Junak 3, TW-8 „Bies“ sowie verschiedene Segelflugzeuge.

● Eine Höhe von 19 000 m erreichte der sowjetische Fliegeroffizier Michailik mit einem Strahljäger, der sich bereits in Serienproduktion befindet. Dabei soll aber die Leistungsfähigkeit des Flugzeuges keineswegs voll ausgenutzt sein.

● Ein Kuriosum scheint sich in England anzubahnen. Die USA-Luftverkehrsgesellschaft TWA bestellte in England PTI-Ver-



Zentralbild

Bild 5. Sowjetischer Turbinenhubschrauber Mi-6 für 80 Fluggäste

kehrsflugzeuge Bristol „Britannia“ und Vickers „Viscount“ im Gesamtwert von rund 400 Millionen US-Dollar. Die Lieferfristen sind dabei aber so kurz bemessen, daß sich England außerstande sieht, selbst bei sofortiger Vergrößerung der Produktionskapazität termingemäß zu liefern. Die einzige Möglichkeit, zu den in England begehrten Dollardevisen zu gelangen, besteht darin, daß die englische Luftverkehrsgesellschaft BOAC auf die Lieferung der von ihr bestellten „Britannias“ verzichtet und dafür in den USA einige noch mit Kolbentriebwerken ausgerüstete Langstrecken-Verkehrsflugzeuge Douglas DC 7 C einkauft!

Ing. H.-K. Lepitné
14. 10.

Das sowjetische Kurzstart-Transportflugzeug Antonow An-14 „Bienenchen“

Von Ing. H.-K. Lepitré

Das in Ganzmetallbauweise und als abgestrebter Schulterdecker ausgeführte Zubringer- und Transportflugzeug An-14 „Bienenchen“ (Bild 1) ist eine Entwicklung des sowjetischen Chefkonstruktors O. K. Antonow und hauptsächlich für den Einsatz auf kurzen Strecken von kurzen und unbefestigten Flugplätzen aus bestimmt. Die geräumige Kabine ist mit sieben Sitzen einschließlich dem Flugzeugführersitz ausgestattet. An Stelle der sechs Fluggäste können nach dem Herausnehmen der Sitze eine entsprechende Menge Fracht oder vier Verletzte auf Tragen befördert werden. Zum Be- und Entladen der Fracht dient eine Doppelflügeltür an der Hinterseite der Kabine. Eine Sonderausführung für den spezi-



Bild 1. Kurzstart-Transportflugzeug Antonow An-14 „Bienenchen“

ellen Einsatz in Forst- und Landwirtschaft wird in Behältern bis zu 500 kg feste oder flüssige Stoffe befördern können. Der gondeiförmige Rumpf verengt sich nach hinten in einen kreisrunden Leitwerksträger. Der Tragflügel hoher Streckung weist einen rechteckigen Umriß auf und wird in Spannweitenrichtung außerhalb der beiden Triebwerke von zwei Streben gegen die Rumpf-

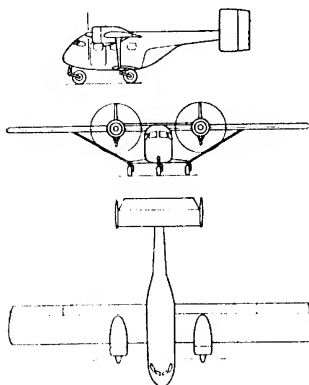


Bild 2
Dreiseitenansicht
der An-14

unterkante abgestützt. Zur Erhöhung des Auftriebes besitzt der Tragflügel einen über die gesamte Spannweite reichenden Vordügel und Landeklappen. Große Querruder gestatten auch im Langsamflug eine gute Steuerbarkeit um die Längsachse. Das Höhenleitwerk ist auf den Leitwerksträger aufgesetzt. Das Seitenleitwerk besteht aus zwei als rechteckige Endscheiben ausgeführten Seitenflossen mit großen Ruderflächen.

Das Fahrwerk ist als festes Bugradfahrwerk ausgebildet. Das Bugrad ist unter der Rumpfnase schwenk- und lenkbar angeordnet. Die beiden Hauptfahrwerke sind als Schwinghebelfahrwerke mit öldruckhydraulischer Dämpfung ausgebildet und an seitlich des Rumpfes angebrachten kleinen Konsolen befestigt. Das Bugradfahrwerk scheint aus gleichen, untereinander auswechselbaren Teilen zu bestehen, wobei die Abmessungen der Bereifung für alle Räder gleich sind.

Der Antrieb des Flugzeuges soll durch zwei Sternmotoren mit einer Leistung von je 500 bis 700 PS erfolgen, die vor der Tragflügelvorderkante angeordnet sind und dreiflügelige Verstellluftschrauben antreiben.

Ihrem Einsatzzweck entsprechend wird die An-14 „Bienenchen“ in der Lage sein, von kleinsten Plätzen nach einer Startrollstrecke von 40 bis 60 m je nach der Zuladung abzuheben. Die Geschwindigkeitsspanne ist sehr groß, wobei die Höchstgeschwindigkeit 200 bis 230 km/h und die Kleinstgeschwindigkeit 45 km/h betragen. Landegeschwindigkeit 50 bis 60 km/h. Somit ist die An-14 ein ausgesprochenes Kurzstartflugzeug, das an die gute Tradition seines Konstrukteurs Antonow, dem Schöpfer des auch bei der Deutschen Lufthansa bestens bekannten „Arbeitspferdes“ An-2 sowie der PTL-Verkehrsflugzeuge An-8 und An-10 „Ukraina“ anschließt.

flu 171

Neue Bücher

Конструкция самолетов

(Flugzeugkonstruktionen). Von M. N. Schulshenko. Staatlicher Verlag der Wehrindustrie, Moskau, 1953, 547 Seiten, 553 Bilder, 32 Tabellen, 1 Tafel, DIN A 4, Preis 16 Rubel 50 Kop.
Das Buch ist als Lehrbuch für den Flugzeugkonstrukteur gedacht und enthält einen Überblick über die Konstruktionen von Tragflügeln, Rümpfen, Fahrwerken, den Organen zur Stabilisierung und Lenkbarkeit der Flugzeuge, der Steuerung und der Kraftanlagen. Jeder Abschnitt enthält eine kurze Erläuterung der Arbeitsbedingungen der jeweiligen Flugzeugteile, bringt eine Gruppierung der verschiedenen Konstruktionen und würdigt die charakteristischen Konstruktionen der derzeitigen Flugzeuge. Die angeführten Konstruktionsbeispiele sind der Praxis des in- und ausländischen Flugzeugbaues entnommen. Behandelt werden Beispiele sowohl von Flugzeugen mit Kolben- als auch mit Rückstoßtriebwerken. Es ist selbstverständlich, daß ein derartiges Buch nicht immer die letzten Neuheiten bei der schnellen Entwicklung der Flugtechnik enthalten kann. Es ist aber auf Grund der systematisch zusammengetragenen Möglichkeiten der Lösung von Konstruktionsaufgaben sehr gut geeignet, besonders unseren jungen Nachwuchs in das vielseitige Gebiet der Flugzeugkonstruktionen einzuführen und zum selbständigen Denken und Weiterentwickeln anzuregen.
Haseloff

Самолетные силовые установки

(Flugzeugtriebwerksanlagen). Von W. J. Polikowsky. Staatlicher Verlag der Wehrindustrie, Moskau, 1952, 600 Seiten, 483 Bilder, 1 Tafel, DIN A 4, Preis 18 Rubel 65 Kop.
Der Verfasser behandelt in diesem Buch ausführlich das gesamte Gebiet der Flugzeugtriebwerksanlagen, sowohl für Kolben- als auch für Gasturbinen-Triebwerke. Auf die Triebwerke selbst, ihre Konstruktion und rechnerische Auslegung wird dabei nicht eingegangen, vielmehr werden in sechs Hauptabschnitten die verschiedenen Möglichkeiten des Triebwerkeinbaues, der Versorgungs- und Bedienanlagen sowie Ansaug- und Auspuffanlagen einschließlich ihrer Bauelemente vom Standpunkt des Entwurfs, der Konstruktion und der Erprobung besprochen. Der Text wird durch viele Rechnungsbeispiele, Schaubilder, Schemata und erläuternde Skizzen ergänzt. Das Buch vermittelt dabei gut die Zusammenhänge zwischen der Flugzeugzelle und den Triebwerken. Es ist für den Unterricht an den technischen Instituten der Luftfahrtindustrie geschrieben und kann den Studierenden an den Hoch- und Fachschulen des Flugzeugbaues sowie den jüngeren technischen Mitarbeitern und den in der Luftfahrtindustrie beschäftigten Personen zum Studium und zur Erweiterung ihrer Kenntnisse empfohlen werden. Eine deutsche Übersetzung dieses Buches wäre dringend erwünscht.
Hoch/Schrader

Aus der Praxis – für die Praxis Nietwerkzeuge, Nietfehler und ihre Beseitigung

Von J. Lehmann und J. Reithmeier

(Fortsetzung aus Heft 5: 6-1957)

DK 621.884

7.4 Ansenken des Nietloches

Nietlöcher sind stets zu entgraten, da sich sonst der Grat beim Schlagen oder Stauchen des Nietes in den Schließkopf oder in das Bauteil eindrückt. Entgratet wird mit einem Krauskopf, Spitzwinkel 120°, von Hand. Die Tiefe der kleinen Senkung darf 0,1 mm nicht überschreiten.

Die spanabhebende Senkung für FS-Nietung ist mit Spezialsenkern durchzuführen. Die Einstellung dieser Senker darf nur von den dazu verantwortlichen Kollegen ausgeführt werden. Nach 450 bis 500 Senkungen ist der Senker in der Werkzeugausgabe umzutauschen.

Als Drehzahlen für das Senken sind zu wählen:

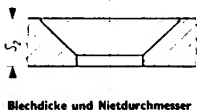
Werkstoff	U/min
Leichtmetall	1800
Stahl	800

Zulässige Blechdicken im Verhältnis zum Nietdurchmesser bei FS-Nietung:

Nietdurchmesser (mm)	2	2,6	3	3,5	4	5	6	7	8
s ₂ Kleinstmaß (Bild 8) (mm)	1	1,2	1,5	1,8	2,5				

7.5 Einführen des Nietes

Es ist zu beachten, daß vor dem Zusammenbau die zwischen den Bauteilen angesammelten Späne entfernt werden.

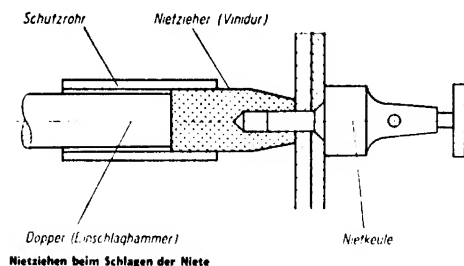


Beim Einführen der Niete sind die Zeichnungsangaben unbedingt einzuhalten. Ist die Lage der Schließköpfe nicht besonders angegeben, entscheidet der Zellenbauer, entsprechend der Zugänglichkeit des Bauteiles, den Sitz des Schließkopfes. Dabei ist zu beachten, daß der Schließkopf immer auf der Seite des härteren Materials zu schlagen ist (Verbindung von Stahl und Leichtmetall). Werden Nietverbindungen mit Stahlnieten (LW 1305.30) hergestellt, so sind in jedem Fall auf der Duralseite unter dem Schließkopf Stahlunterlegscheiben nach MABN 145 01 anzubringen.

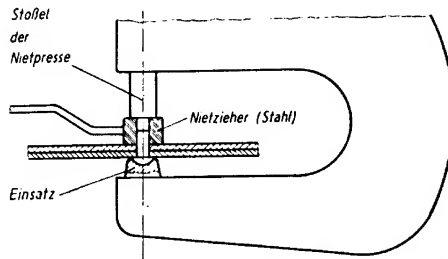
Sind in Nietverbindungen Stahlniete (LW 1117.10) vorgesehen, so sind Stahlunterlegscheiben nur nach besonderen Angaben des Konstruktionsbüros zu verwenden.

7.6 Anziehen des Nietes

Vor Schlagen oder Stauchen des Nietes ist der Niet mittels Nietzieher anzuziehen, um einen einwandfreien Blechschluß zu gewährleisten.



Nietziehen beim Schlagen der Niete



Nietziehen beim Stauchen der Niete

7.7 Schlagen oder Stauchen des Nietes

Die Ausbildung des Schließkopfes geschieht

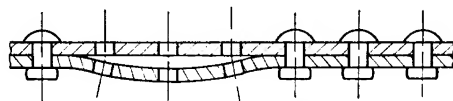
- von Hand
- mit Preßlufthammer
- mit Nietpressen

Man unterscheidet:

Direkte Nietung: Der Schlag erfolgt auf den Nietenchaft (z. B. Handnietung oder Nietung mit dem Einschlaghammer).

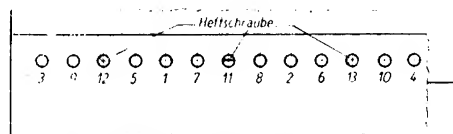
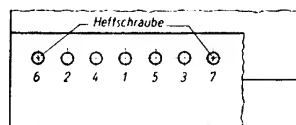
Indirekte Nietung: Der Schlag erfolgt auf den Setzkopf, Vorhaltemasse bildet den Schließkopf.

Es ist zu beachten, daß die gesamte Außenhaut mit Einschlaghammer, also direkt, ausgenietet werden muß. Beim Ausnieten langer Nietreihen ist eine festgesetzte Reihenfolge einzuhalten, um Verformungen der Bleche zu vermeiden.



Ausbeulen des Bleches bei falscher Nietfolge

Die Reihenfolge zwischen zwei und mehreren Heftschrauben zeigen die nachstehenden Bilder.



Reihenfolge beim Nieten zwischen zwei und mehreren Heftschrauben


8. Nietwerkzeuge

Die einwandfreie Ausführung einer Nietverbindung hängt nicht nur von ihrer sorgfältigen Vorbereitung, sondern auch von der richtigen Wahl der Niet- und Vorhaltewerkzeuge ab. Im Flugzeugbau werden die Niete, mit Ausnahme der FS-Niete (Feinstnietung), mit dem Preßlufthammer indirekt geschlagen. Anwendungsbereich nur für schwache Bleche. Dicke Gurte und Preßprofile müssen direkt ausgenietet werden, da die starren Bauteile die Schläge der Niethämmer vernichten.

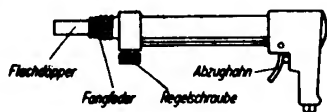
8.1 Niethämmer

Das einfachste Schlagwerkzeug ist der Handhammer. Für eine saubere Nietung ist die richtige Wahl des Hammergewichtes wichtig. Bei zu leichtem Hammer sind zu viele Schläge erforderlich, die zu Rissen im Schließkopf führen; bei zu großem Hammergewicht wird der Schließkopf zu sehr gestaucht oder das Blech getieft und ausgebeult.

Abhängigkeit des Hammergewichtes vom Nietdurchmesser

Niet-Ø (mm)	Hammergewicht (g)	
bis 2	150	
bis 4	250	
bis 6	500	
bis 8	800	

Die Handnietung wird im Flugzeugbau nur noch selten angewendet; es wird vorwiegend mit Einschlaghammer gearbeitet.



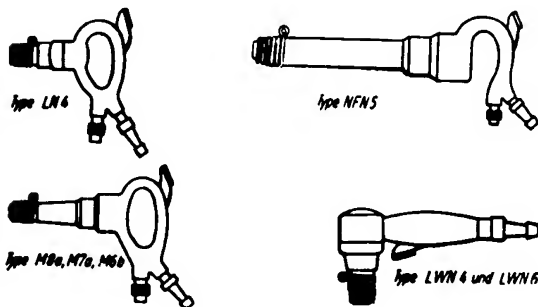
Zum Stauchen eines Nietes sind durchschnittlich drei bis fünf Schläge erforderlich. Dieser Hammer arbeitet im Gegensatz zum vielschlagenden Preßlufthammer geräuschärmer.

Anwendungsbereich des Einschlaghammers

Type	Niet-Ø (mm)
NFE 2	2 bis 4
NFE 3	5 bis 8

Es ist zu beachten, daß bei Verwendung von Einschlaghämmern größere Gegenhaltermassen erforderlich sind.

Bei indirekter Nietung werden vielschlagende Preßlufthammer verwendet. Für die Wahl des Preßlufthammers sind Größe des Nietes und Zugänglichkeit zum Niet maßgebend.



Abhängigkeit des Preßlufthammers vom Nietdurchmesser

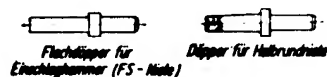
Type	LN 4	M 6 a	M 7 a	M 6 b	NFN 5	LWN 4	LWN 6
Niet-Ø (mm)	bis 4	bis 5	bis 6	bis 7	bis 6	bis 4	bis 6

Sämtliche Niethämmer zeichnen sich durch große Schlagstärke aus. Durch die am Griff angebrachte Regelschraube kann die Schlagstärke verändert werden, damit können auch schwächere Niete einwandfrei geschlagen werden.

Für starre Bauteile wird der langsam schlagende Hammer Type NFN 5 verwendet.

Für Nietungen in Ecken sowie an engen und schwer zugänglichen Stellen werden die Winkelniethammer vom Typ LWN 4 und LWN 6 eingesetzt.

Verwende beim Arbeiten mit Preßlufthämmern die richtigen Döpper. Sie sind in ihren Abmessungen den einzelnen Typen zugeordnet.

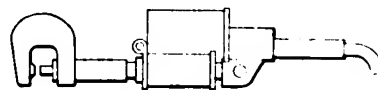


Beachte beim Arbeiten mit Preßluftwerkzeugen:

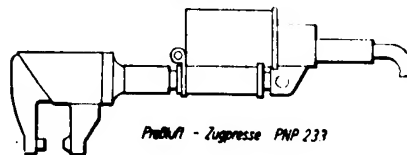
1. Schmutz und Wasser schaden dem Hammer. Offene Schlauchenden nicht auf dem Boden liegen lassen; denn dadurch verschmutzen die Schläuche. Blase den Preßluftschlauch vor dem Anschließen gut durch.
2. Kupple die Luftleitung sorgfältig. Preßluft kostet Geld.
3. Arbeite nie ohne Fangring bzw. Federring, du gefährdest sonst deine Arbeitskollegen.
4. Laß den Hammer nie ohne Döpper schlagen, du zerstörst ihn dadurch.
5. Liefere den Hammer jede Woche in der Werkzeugausgabe ab, damit er geölt werden kann. Ein geölter Hammer arbeitet besser und wird geschont.

8.2 Nietpressen

Gestattet es die Zugänglichkeit der Bauteile, so ist Preßnietung der Hammernietung vorzuziehen. Die gebräuchlichsten Handnietpressen sind die Typen PNP 129 (Druckpresse) und PNP 233 (Zugpresse).



Preßluft - Druckpresse PNP 129



Preßluft - Zugpresse PNP 233

Anwendungsbereich der Handnietpressen

Type	PNP 129, 1 u. PNP 233 1	PNP 129 2 u. PNP 233 2
Niet-Ø (mm)	bis 6	bis 4

(Wird fortgesetzt)